

А.С.Родионова

ЛЕСНАЯ БОТАНИКА

**(Морфология
и систематика растений)**

*Допущено Министерством высшего
и среднего специального образования СССР
в качестве учебного пособия
для студентов лесотехнических специальностей вузов*



МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»
1980

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время возраст Земли определяется в 4,5—5 миллиардов лет. В начале своего формирования Земля была безжизненной. Первоначальная атмосфера Земли содержала пары воды, водород, углерод, азот, метан, фосфор и другие элементы, но в ней не было свободного кислорода; он присутствовал только в составе химических соединений, из которых основным была вода. Еще в 1924 г. советский биохимик, акад. А. И. Опарин заложил теоретические основы современных взглядов на происхождение жизни на Земле. Миллиарды лет назад вследствие отсутствия свободного кислорода в атмосфере на Земле возможен был неорганический (абиотический) синтез углеродистых (органических) соединений, энергию для образования которых давали коротковолновые ультрафиолетовые лучи Солнца и электрические разряды. Последующая предбиологическая эволюция привела к усложнению этих соединений, формированию из них индивидуальных фазово-обособленных открытых систем. Эти индивидуальные фазово-обособленные системы взаимодействовали с окружающей внешней средой, использовали ее вещества и энергию, развивались и подвергались отбору. В результате естественного отбора с течением времени они превратились в пробионты, а затем в первичные живые существа. Таким образом, жизнь на Земле возникла в бескислородной среде, но развились в широких масштабах лишь в присутствии свободного кислорода. Первые, примитивные организмы могли существовать только на определенной глубине в воде, которая защищала их от губительного действия ультрафиолетового излучения.

Уже на ранних этапах развития жизни обособились два мира живых существ — растения и животные. Общим для растений и животных являются обмен веществ, дыхание, рост, движение, раздражимость, воспроизведение себе подобных. Строение низших одноклеточных животных и растений очень сходно, высокоорганизованные растения и животные уже резко отличаются друг от друга. Растения принципиально отличаются от животных по способу питания. Клетки растений имеют твердую клеточную оболочку, поэтому принимать из окружающей среды необходимое для жизни они могут только в растворенном состоя-

ни, т. е. питание растений происходит всасыванием. Питание же животных осуществляется заглатыванием пищи. У большинства растений имеется зеленый пигмент — хлорофилл, который поглощает солнечную энергию, у животных он отсутствует. Растения в основном автотрофы, хотя есть среди растений и гетеротрофы. Все животные — гетеротрофы.

Автотрофы (от греческих слов *autos* — сам, *trophe* — пища) сами способны создавать необходимые органические вещества за счет неорганических соединений — минеральных солей, углекислого газа и воды, используя для этого энергию солнца (фотосинтеза) или выделяющуюся в результате химических реакций (хемосинтеза).

Гетеротрофы (от греческих слов *heteros* — другой, *trophe* — пища) могут потреблять только готовые органические вещества. Сапрофиты используют органические вещества отмерших организмов, паразиты же — органические вещества живых организмов. Подавляющее большинство растений ведет неподвижный образ жизни¹ и имеет сильно расчлененное тело. Они способны расти в течение всей своей жизни, животные же прекращают рост в определенном возрасте.

С тех пор как возникла жизнь на Земле, она поддерживается и развивается. Та область Земли, где обитает и развивается органическая жизнь (растения, животные, люди и микроорганизмы), т. е. «живая пленка» Земли и область биогенных осадочных пород, названа русским ученым акад. В. И. Вернадским биосферой (биос — жизнь, сфера — шар). Биосфера это «камера жизни» нашей планеты, где все живые организмы теснейшим образом взаимосвязаны между собой и образуют сложные экологические системы. Пространственно биосфера охватывает нижние слои атмосферы (слои газов, окружающие землю), гидросферу (воду морей, океанов, рек, озер) и верхние части литосферы (твердую часть нашей планеты, земную кору). Границами биосферы В. И. Вернадский считает 5000 м вверх от земной поверхности и 400 м в глубь Земли. Зонами наибольшего распространения живых организмов являются 20—40 м в атмосфере и 1—5 м в земле, а в слое воды морей и океанов от поверхности до 1000 м (Воронцов, Харитонова, 1977). В органических соединениях, остающихся после отмирания организмов, содержатся большие запасы химической энергии.

Представители мира растений встречаются везде: на суше от севера до юга, в пресных и соленых водах, во льдах Арктики и Антарктики. Растительный мир сейчас очень разнообразен. В настоящее время на земной поверхности произрастают около 500 тыс. видов растений, причем 200 тыс. относятся к покрыто-семянным (Хржановский, 1976а). Чтобы разобраться в таком

¹ Некоторые низшие растения подвижны в вегетативном состоянии (водоросли, бактерии).

разнообразии растительного мира и возможно полнее использовать растения в интересах человека, необходимо всестороннее их изучение. Таким изучением растений, произрастающих на земном шаре, и занимается наука ботаника.

Термин ботаника происходит от греческого слова *botane*, что в переводе на русский язык означает зелень, овощ, трава, растение. Ботаника изучает внешнее и внутреннее строение растений, их жизнедеятельность, распространение растений по земному шару, взаимосвязь друг с другом и с окружающей средой.

Роль растений в биосфере и жизни человека. Растения бывают зеленые и незеленые, роль их в природе различна и сводится к следующему.

Зеленые растения в процессе фотосинтеза из углекислого газа, воды и минеральных элементов за счет солнечной энергии строят богатые потенциальной химической энергией органические вещества; образующиеся при этом органические вещества — глюкоза, дисахариды используются для построения их тела и самими же растениями перерабатываются в различные другие, более сложные вещества — жиры, белки, клетчатку, лигнин, смолы, эфирные масла и т. д. Готовое органическое вещество служит пищей насекомым, грибам, бактериям, животным и человеку, которые сами неспособны создавать его. Отсюда вытекает важность и необходимость учета ресурсов растительных организмов земного шара и определения ежегодной продуктивности, т. е. прироста растительной массы в лесах, лугах, пашнях, болотах, а также в морях. Задача эта очень сложная и трудоемкая.

В настоящее время накопилось довольно много данных по продуктивности отдельных экосистем и биосферы в целом. По Д. Дювиньо и М. Тангу (1968), ежегодно на земном шаре путем фотосинтеза создается до 83 млрд. т органического вещества, причем растения суши создают 53 млрд. т, или 64%, растения океанов и морей 30 млрд. т, или 36%, хотя суши занимает 29% общей площади земного шара, а океаны и моря — 71%. Представляют интерес данные о распределении растительной биомассы на суше, полученные в СССР (Родин, Базилевич, 1965). В тундре запасы растительной биомассы составляют около 12,5—25 т/га, в лесотундре — 50 т/га, в тайге — 300—400 т/га; в широколиственных и субтропических лесах — 400—500 т/га. Вечнозеленые леса влажных тропиков дают более 500 т/га; леса Бразилии — 1500—1700 т/га; степи, горные луга, пампасы, саванны — 125—150 т/га. Наименьшие количества растительной биомассы образуют субтропические и тропические пустыни — 2,5 т/га. Полярная зона практически непродуктивна.

В процессе фотосинтеза происходит непрерывный газообмен — поглощение углекислого газа сопровождается выделением соответствующих объемов кислорода.

Первичная атмосфера Земли была, как уже сказано, лишена свободного кислорода. Лишь благодаря деятельности зеленых растений она обогатилась кислородом и превратилась в азотно-кислородную атмосферу. Появление свободного кислорода значительно усилило выветривание горных пород, образование почв, увеличило энергию жизненных процессов, привело к возникновению кислородного дыхания, свойственного огромному большинству живых существ. Современные формы органической жизни могли образоваться только как следствие фотосинтетической деятельности зеленых растений. Однако и сейчас на Земле есть организмы, живущие и размножающиеся в отсутствии свободного кислорода (некоторые микроорганизмы). Они называются аэробными, в противоположность аэробам, организмам, живущим в кислородной среде.

Растения осуществляют сложный круговорот веществ в природе: одни из них создают органические вещества, другие — незеленые (бактерии и грибы) разрушают их на простые неорганические соединения (углекислый газ, воду, аммиак и др.) в процессах гниения и брожения. Растительный покров оказывает огромное влияние на формирование и изменение климата, исключительна роль растений в почвообразовательных процессах и в повышении плодородия почв.

Одним из важных компонентов биосфера является лес. Лес — это сложное сочетание деревьев и множества других растений, которые сильно различаются размерами, строением, размножением, типом питания и т. д., но все растения леса тесно связаны в своей жизнедеятельности друг с другом и с окружающей средой. В лесу совершаются сложные процессы обмена веществ и энергии между живыми организмами и внешней средой.

Леса занимают 40% суши Земли. Советский Союз по площади лесов и запасам древесины в них занимает первое место в мире. По данным учета лесного фонда на 1 января 1973 г., общая площадь лесов государственного лесного фонда СССР 1229,6 млн. га, лесопокрытая площадь 768,7 млн. га. Средняя лесистость территории СССР, определяемая из отношения лесопокрытой площади к площади всей страны, составляет 33%.

Леса оказывают огромное влияние на биосферу: они являются мощным поставщиком кислорода. На их долю приходится 44% кислорода, поставляемого ежегодно всеми земными растениями. Они вырабатывают больше 50% органических веществ, создаваемых наземными растениями. В СССР леса дают почти 67% общей, ежегодно производимой в стране органической массы (Воронцов, Харитонова, 1977). Леса являются своеобразным фильтром: они выделяют в атмосферу особые вещества — фитонциды, которые обеспечивают очистку воздуха от вредных микробов.

Лес улучшает микроклимат, смягчает резкие колебания температуры, предохраняет почву от промерзания, улучшает водно-

воздушный режим почв, является мощным водорегулятором. В малолесных районах лес задерживает ветер и защищает поля от губительных засух и пыльных, или «черных», бурь. Полезащитное лесоразведение влияет на повышение урожая сельскохозяйственных культур.

Лесные насаждения скрепляют почву на склонах и прекращают движение сыпучих песков, предотвращают развитие эрозионных процессов, повышают плодородие почв. Леса предохраняют устья рек, озера и водохранилища от преждевременного заилиения и разрушения берегов.

Зеленые насаждения в городах (парки, лесопарки, скверы, бульвары, сады, уличные посадки и озелененные участки около домов) имеют огромное санитарно-гигиеническое и эстетическое значение. Они ослабляют летнюю жару и увеличивают относительную влажность воздуха, служат преградой для распространения звуковых волн и могут на 20% и более уменьшать силу городского шума. На них оседает до 72% взвешенных в воздухе частиц пыли и до 60% сернистого газа (Воронцов, Харитонова, 1977). Любая растительность разнообразит, украшает ландшафт и оздоровляет атмосферу.

Велико значение растений в жизни человека, они в основном удовлетворяют все его главные потребности: в пище, одежде, жилище.

Из пищевых растений наиболее важны хлебные злаки. Овощные и плодовые растения являются источником не только белков, жиров и углеводов, но и витаминов. Масличные растения идут на получение растительного масла для пищевых, лекарственных и технических целей. Широко используются в различных отраслях хозяйственной деятельности прядильные, дубильные, красильные, эфиромасличные, каучуконосные, лекарственные и другие растения.

Огромное значение имеют древесные растения. Древесину человек применяет с незапамятных времен, в настоящее время ее используют во всех отраслях народного хозяйства. Древесина — это не только топливо и строительный материал, применяемый в промышленности, транспорте и сельском хозяйстве, но и бумага, целлюлоза, картон, искусственный шелк, шерсть, скипидар, спирты, ацетон, камфара, древесный уголь, эфирные масла и т. д., а также различные предметы широкого потребления. До 20 тыс. самых разнообразных изделий из дерева используются человеком в быту и на производстве. Несмотря на то, что древесину заменяют другими материалами, потребность в ней из года в год увеличивается.

Полезные свойства растений изучены еще недостаточно и используются далеко не полно. Так, из 300 тыс. видов высших растений в практических целях используют свыше 2500 видов. Возможно, что многие растения, считающиеся сейчас бесполезными или даже вредными, окажутся источниками лекарственного

либо технического сырья или обладателями иных ценных для человека свойств и продуктов.

Краткая история ботаники. Знакомство человека с растениями началось в глубокой древности. Сначала это были преимущественно те растения, плоды, семена, побеги и корневища которых человек использовал в пищу. Чтобы отличать растения друг от друга, человек начал давать им различные названия, которые передавались из поколения в поколение. В некоторых случаях названия давались по морфологическому строению или окраске растений (мышехвостик, синюха), иногда по их биологическим особенностям (подсолнечник, выонок, заразиха, одуванчик, живучка), экологическим признакам (подорожник, мокрица, солерос), вкусовым качествам (кислица, горчица) или по их действию (волдырник, болиголов).

Начало искусственного разведения растений, по-видимому, относится к VI—V тысячелетиям до н. э. Позже человек научился использовать и распознавать растения лекарственные, прядильные, для постройки жилищ и, наконец, для украшения. За многолетнюю человеческую историю складывались определенные представления о растениях и их свойствах. Суммирование таких первоначально разрозненных знаний о растениях привело к зарождению науки о растениях, т. е. ботаники.

Первые литературно оформленные данные о растениях дошли до наших дней в сочинениях греческих классиков III—IV вв. до н. э. Аристотеля и его ученика Теофраста, которого считают отцом ботаники.

XV—XVIII вв. в развитии ботаники называют периодом «первоначальной инвентаризации» растений. В это время были разработаны основные понятия ботанической морфологии, появилась научная терминология, были выработаны принципы и методы классификации растений и созданы первые системы растительного мира. Первые системы были искусственными, так как строились по одному или нескольким произвольно взятым признакам морфологического строения какого-либо органа растения. Так, итальянский ученый XVI в. Андреа Чезальпино в основу своей классификации положил особенности строения плодов, количество и расположение семян в них. Вершиной искусственной классификации растений явилась система шведского натуралиста Карла Линнея (1707—1778). Ученый уточнил технику описания растений, привел в порядок огромный накопленный до него материал, создав свою систему растений.

Линней признавал наличие пола у растений и в основу своей классификации, которая получила название сексуальной (половой), положил характерные особенности тычинок, их количество и способы прикрепления. В работе «Виды растений» (1761) он описал 1260 родов и 7540 видов (История биологии, 1972). Линней уточнил понятие вида как основной систематической единицы и для названия растений ввел бинарную номенклатуру, т. е. название каждого растения приводится двумя латинскими названиями: первое для обозначения рода и второе для обозначения вида. Признавая реальное существование видов, Линней в то же время говорил об их постоянстве и неизменности. Он различал следующие соподчиненные друг другу систематические категории: классы, отряды, роды, виды и разновидности. Его система была очень наглядна, удобна и давала возможность довольно легко разо-

браться в большом разнообразии растений, но не отражала родства между ними.

В XVIII в. делались попытки создания естественных систем, отражающих естественный порядок в природе, естественную близость отдельных форм. Системы строились уже по совокупности признаков растений с учетом их развития и родства между ними. Такой попыткой создать естественную систему является система французского ботаника А. Жюссье. Его система содержала 15 классов, 100 семейств и около 20 000 видов. Он ввел понятие о семействе.

В течение XVII—XVIII вв. был накоплен огромный фактический материал, установлены некоторые общие закономерности в строении и функциях организмов. Много было собрано фактов, свидетельствующих о существовании тесной связи растений с окружающей средой, об их приспособлении к условиям существования. Начали накапливаться сведения об изменчивости организмов под влиянием изменения условий жизни, о закономерной смене форм жизни на протяжении прошедших геологических эпох. Однако все ограничивалось простой констатацией изменчивости в пределах низших систематических категорий и не переросло в идею об исторической преемственности видов и развитии всего органического мира от низшего к высшему. В естествознании этого периода господствовали метафизические воззрения, особенно ярко проявлявшиеся в представлении о неизменности видов. Целесообразное устройство живых организмов, приспособление их к среде обитания объяснялось «мудрой предусмотрительностью творца». Такие взгляды на органическую целесообразность господствовали и в первой половине XIX в. до появления трудов Ч. Дарвина.

Несмотря на неоднократные высказывания о развитии мира, научно обоснованное учение об эволюции (развитии) организмов появилось только в XIX в. В начале XIX в. во Франции Ж. Ламарк впервые попытался научно обосновать эволюцию органического мира. Согласно Ламарку, живое в его простейших формах возникло из неживого. Как некое активное начало он признавал творца, но затем говорил о развитии природы по собственным естественным законам на основе строгих причинных связей.

Развитие Ламарк рассматривал как непрерывный процесс без перерывов и скачков и, говоря об эволюции видов, он отрицал реальность их существования. Виды изменчивы, реальных границ в природе между ними нет. Природа, по мнению Ламарка, представляет собой непрерывную цепь изменяющихся индивидуумов, а систематики искусственно ради удобства классификации разбивают эту цепь на отдельные систематические группы.

Идея эволюционного развития органического мира Ламарка не получила широкого признания. Он не смог привести прямых фактов в доказательство этой эволюции, не сумел вскрыть механизм, с помощью которого может совершаться этот процесс, и объяснить, как могла естественно сложиться целесообразность органических форм, их пригнанность к условиям существования без вмешательства творца.

Первая половина XIX в. в истории естествознания — это период кризиса метафизического мировоззрения. Главной движущей силой развития естествознания были потребности общественного развития, промышленная революция.

В начале XIX в. в самостоятельную науку начала оформляться морфо-

логия растений. Наряду с развитием описательной морфологии наблюдалась тенденция к сравнительно-морфологическому анализу. Возникло учение о метаморфозе органов. Создателями его были К. Вольф и В. Гете.

Середина XIX в. ознаменовалась созданием клеточной теории. Создателями ее являются М. Шлейден (1838) и Т. Шванн (1839). Основные положения этой теории состоят в следующем: 1) клетка является основной структурной единицей всей органической природы; 2) несмотря на различия в размерах и форме, клетки всех организмов имеют сходство внутреннего строения; 3) новые клетки образуются на основе старых, жизнь каждого многоклеточного организма начинается с одной клетки. Открытие клеточного строения у живых организмов Ф. Энгельс отнес к числу величайших открытых XIX столетия в области естествознания. Единство клеточного строения всех организмов говорит об общности происхождения всего органического мира на нашей планете (История биологии, 1972).

К концу первой половины XIX в. были подготовлены естественнонаучные основы для построения нового мировоззрения. Данные сравнительной анатомии, сравнительной эмбриологии, биогеографии и систематики растений, а также клеточная теория говорили о единстве органического мира, об общности его происхождения. Вместе с тем огромный фактический материал свидетельствовал об изменчивости организмов и не мог быть объяснен на основе господствующего представления о неизменности и постоянстве видов.

Эволюционная теория Ч. Дарвина положила конец представлению о неизменяемости органического мира и повлекла за собой во второй половине XIX в. перестройку не только всей биологии, но и самого характера биологического мышления. В 1859 г. появилась книга Ч. Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора», в которой он изложил свою эволюционную теорию и опроверг метафизические и религиозные воззрения на сотворение мира и неизменность видов.

Ч. Дарвин на огромном фактическом материале доказал, что живая природа развивается и в основе эволюции всего живого от более простого к более сложному, от менее совершенного к более совершенному лежат изменчивость, наследственность и отбор. Движущей силой естественного отбора является борьба за существование. Причиной изменчивости организмов являются факторы внешней среды, условия жизни.

Приобретенные организмом новые признаки и свойства в результате закона наследственности сохраняются и передаются потомству. Сущность естественного отбора состоит в том, что организмы, которые обладают какими-либо преимуществами, т. е. более приспособленные к жизни в данной внешней среде, выживают, а менее приспособленные не выживают и не дают потомства.

Культурные растения и домашние животные являются результатом искусственного отбора, производимого человеком из поколения в поколение. Однако Ч. Дарвин считал, что человек сам не может вызвать изменчивость у растений и животных, а способен только использовать и накапливать путем отбора изменения, которые даны самой природой. Процесс видообразования он рассматривал главным образом как следствие постепенных и последовательных накоплений мелких количественных изменений. После выхода книги «Происхождение видов» была низвергнута веками господствовавшая

в биологии доктрина неизменности видов. Усилились работы по исследованию изменчивости и наследственности. Эволюционная идея воплощается в форму исторического метода исследования в биологии.

Вторая половина XIX в. характеризуется быстрым ростом науки, развивающейся в острой борьбе материализма и идеализма. Эта борьба шла вокруг важнейших общебиологических проблем (специфика живой материи, эволюции органического мира, проблема наследственности и т. д.). Материалистическое направление боролось за признание единства формы и функции, отстаивало идею развития организмов и наличие тесной зависимости развития растений от условий внешней среды.

Отстаивали и развивали эволюционную теорию выдающиеся русские биологи В. О. Ковалевский, И. И. Мечников, И. М. Сеченов и особенно К. А. Тимирязев. Сущность идеологической борьбы по вопросу об историческом развитии организмов вначале сводилась к полному отрицанию метафизиками возможности эволюции, а в последарвиновский период — к отрицанию материалистических основ такой эволюции.

Во второй половине XIX в. на основе эволюционной идеи и исторического метода возникают новые отрасли биологии: филогенетическая систематика, эволюционная морфология, филогенетическая сравнительная анатомия, эволюционная эмбриология, эволюционная биогеография и палеонтология. Этот период связан с разработкой филогенетических систем различных растительных групп.

В начале XX в. чешский ботаник Г. Мендель раскрыл основы законов наследственности, указав на то, что наследственные свойства организма контролируют дискретные и устойчивые материальные задатки «носители наследственности». Впоследствии эти задатки В. Иогансен назвал генами, а Т. Бовери и В. Х. Сэтток показали, что носителями генов являются хромосомы. Однако о материальных носителях наследственности, механизме хранения и передачи генетической информации и внутреннем содержании процесса оплодотворения стало известно лишь в середине XX в.

XX в. является столетием бурного развития биологии. Огромные достижения в биологии связаны с разработкой и широким применением новых методов и средств исследования, базирующихся на достижениях физики, химии, математики, техники — электронная микроскопия, метод меченых атомов. Созданы новые методы прижизненных исследований (культура клеток, тканей, органов). Наблюдается стремление к изучению явлений жизни на всех уровнях организации.

В XX в. наряду с усиленным процессом дальнейшей дифференциации биологических наук, возникновением новых отраслей знаний (генетика, молекулярная биология, радиобиология и др.) идет возникновение комплексных «синтетических» дисциплин и областей исследования (проникновение в биологию математики и кибернетики).

В середине XX в. были сделаны открытия огромного значения: выявлена структура и механизм биологических функций молекул ДНК.

В 1951—1953 гг. Д. Уотсон, М. Уилkins и Ф. Крик установили структуру молекулы ДНК, того генетического материала клетки, где хранится информация о наследственных признаках организма, и был расшифрован генетический код. Тем самым была доказана своеобразная универсальность

ДНК. В середине XX в. появилось много исследований, касающихся химического и биологического синтеза гена и белка.

В ХХ в. продолжают интенсивно развиваться также морфология и систематика растений. Наблюдается дальнейшее развитие эволюционной теории. Разрабатывается проблема вида и видеообразования. Происходит дальнейшее развитие филогенетической систематики с привлечением данных биохимии, молекулярной биологии и т. д. Перед морфологией ХХ в. стоят проблемы исследования морфогенеза, разнообразия жизненных форм у растений.

В ХХ в. ботаника приобретает все большее практическое использование в медицине, сельском хозяйстве, промышленности, в охране окружающей среды. В ближайшее время возможно широкое применение «описательной ботаники» в области космической биологии и исследований мирового океана. Систематикам предстоит описать еще много новых видов растений.

Ботаника в России и СССР. В России наука и, в частности, ботаника всегда развивалась как составная часть мировой науки и вместе с тем имела свои специфические черты, обусловленные социально-экономическими, политическими и культурно-историческими условиями России в разные периоды ее истории.

Систематические исследования растений начались в XVIII в. и связаны с открытием в 1725 г. в Петербурге Академии наук. XVIII в. и первая половина XIX в. характеризуются в основном флористическим направлением в развитии ботаники, когда изучался видовой состав растений на огромной территории России. Результатом экспедиционных исследований было появление значительных трудов: С. П. Крашенинникова «Описание земли Камчатки»; И. Г. Гмелина «Флора Сибири»; П. С. Палласа «Флора России». Большое значение имела работа К. Ф. Ледебура на Алтае, в результате чего появилась книга «Флора Алтая». Мировую известность получил его труд «Флора России». Он же сделал первую попытку расчленения России на флористические области. В XIX в. русскими учеными началось изучение растительного мира других стран — Китая, Монголии, Малой Азии и др. Наряду со сводками по флоре разных районов появляются монографии по отдельным систематическим группам растений. Хотя еще удерживались представления о постоянстве видов, многие русские биологи были сторонниками идеи развития. В работе М. А. Максимовича «Систематика растений» (1831) делаются первые попытки рассмотреть эволюцию как процесс видеообразования. Со второй половиной XIX в. и началом XX в. связаны имена таких русских ученых, как Л. С. Ценковский, А. Н. Бекетов, А. С. Фаминцин, Д. И. Ивановский, К. А. Тимирязев, И. И. Горожанин, С. Г. Герасимов, С. Г. Навашин и др.

Так, Л. С. Ценковский является одним из основоположников учения о низших организмах. А. С. Фаминцин — один из первых ботаников-физиологов, способствовавших развитию физиологии в России. К. А. Тимирязев — крупнейший физиолог растений, автор классических исследований по фотосинтезу, сторонник и пропагандист эволюционного учения Дарвина.

Акад. С. Г. Навашин — крупнейший ученый в области эмбриологических и цитологических исследований — завоевал мировую известность открытием двойного оплодотворения у покрытосемянных растений. Развитие представлений о биосфере как области распространения жизни, включающей наряду

с организмами и среду их обитания, связано с работами В. И. Вернадского (История биологии, 1975).

Продолжалось широкое флористическое обследование различных областей России. Изучение флоры России служило углублению и уточнению классификации растений, давало материал для выводов, относящихся к географическому распределению растений и экологии. В самостоятельную дисциплину выделилась фитоценология (геоботаника), или учение о растительных сообществах. Лесную растительность изучал Г. Ф. Морозов. Его взгляды на динамику лесных сообществ изложены в книге «Учение о лесах» (1912).

Несмотря на отдельные крупные достижения, русская ботаника дореволюционного периода оставалась разрозненной, не была связана с жизнью.

Новый период в развитии ботаники начинается после Великой Октябрьской социалистической революции, когда наука становится общенародным делом. Огромным коллективом советских ботаников проводятся работы, помогающие овладеть природными растительными богатствами страны и максимально использовать их в интересах социалистического общества.

Советской ботанике принадлежит видное место в разрешении многих хозяйствственно важных задач, связанных с созданием материально-технической базы коммунизма, с охраной природы и рациональным использованием растительных ресурсов нашей страны. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности сенокосов и пастбищ, повышение производительности лесов, создание новых лесов, полезащитных полос, зеленых зон вокруг городов и промышленных центров, озеленение их, выявление и рациональное использование плодовых, лекарственных и технически ценных растений — все это возможно лишь на основе всестороннего изучения растений и растительности. Во многие районы страны продолжаются многочисленные экспедиции, которые значительно расширяют представления о флоре и растительности.

Выдающимся исследователем флоры СССР был акад. В. Л. Комаров. Он организовал крупные комплексные экспедиции Академии наук (Кольскую, Туркменскую, Камчатскую, Дальневосточную, Уральскую) в различные районы СССР и руководил ими. Работа всех экспедиций была связана с решением тех или иных важнейших народнохозяйственных задач..

Под руководством В. Л. Комарова в 1934 г. начат и в настоящее время завершен коллективный капитальный труд «Флора СССР». 30 томов этого издания являются незаменимым пособием для советских и зарубежных ботаников. В СССР изданы сводки по флоре отдельных республик (Казахстана, Украины, Туркмении и др.): «Флора споровых растений СССР», «Флора водорослей континентальных водоемов Европейского Севера» и др.

Много внимания уделяется изучению дикорастущих полезных растений и введению их в культуру (например, каучуко-

носы — коксагыз и др.). Культурные растения изучаются как со стороны систематики (многотомная «Флора культурных растений СССР»), так и со стороны биохимических и других свойств. Собрана широкая коллекция семян культурных растений. Создана и опубликована карта растительного мира СССР. Создаются атласы по описательной морфологии высших растений (А. А. Федоров, М. Э. Кирпичников, З. Т. Артюшенко).

Изданы крупные работы А. А. Гроссгейма по изучению флоры Кавказа; Е. П. Коровина и М. Г. Попова по Средней Азии.

Продолжаются исследования, начатые В. Л. Комаровым и Н. И. Вавиловым по изучению проблемы вида, видеообразования и систем внутривидовых категорий. Вопросы филогенетической систематики сосудистых растений разрабатываются А. А. Гроссгеймом, А. Л. Тахтаджяном, Б. М. Козо-Полянским и др.

Важный вклад в построение систем низших растений внесли А. А. Еленкин, А. А. Ячевский, Л. И. Курсанов, А. С. Бондарцов, В. Г. Траншель, М. М. Голлербах и др.

Выдающийся ученый-исследователь акад. В. Н. Сукачев — один из основоположников фитоценологии (учения о растительных сообществах) и биогеоценологии — много сделал для развития советского лесоводства, флористики, систематики растений, палеоботаники и т. д. В области анатомии растений обращается большое внимание на изучение вопросов, имеющих непосредственное значение для практики сельского хозяйства, лесоводства, плодоводства и садоводства. Это особенно ярко проявляется в работах Н. П. Кренке, В. Г. Александрова, В. М. Арциховского, О. П. Радкевич, М. С. Яковлева, А. А. Яценко-Хмелевского и ряда других советских ботаников.

Охрана природы. В условиях научно-технической революции, когда человек своей хозяйственной деятельностью наносит вред биосфере (снижая плодородие почв, сокращая запасы пресной воды, разрушая растительный покров, истребляя растения и животных, загрязняя воздух промышленными отходами, повышая содержание углекислого газа в атмосфере), огромное значение приобретают охрана природы и рациональное использование природных ресурсов.

В Париже в 1970 г. состоялась специальная международная конференция экспертов по научным основам рационального использования и охраны ресурсов биосфера и было принято решение об охране видов растений и животных, подвергающихся усиленному уничтожению.

В Ленинграде в 1975 г. проходил XII Международный ботанический конгресс, девизом которого было «Ботаника на службе человечеству». Важнейшими задачами ботаники на современном этапе являются всестороннее изучение растительного мира как компонента биосферы, разработка системы ра-

ционального использования природных растительных ресурсов и их охраны. В настоящее время существование человечества и его будущее все больше зависят от растительного мира, дающего не только пищу, кров, лекарства, но и представляющего собой важный компонент естественной среды обитания человека.

Из сказанного видно, что охрана природы — проблема, затрагивающая все страны независимо от их общественного строя и уровня промышленного производства, но решить эту проблему может лишь государство, имеющее плановую систему хозяйства и общественную собственность на средства производства.

Проблема комплексного и рационального использования природных ресурсов и охраны природы находится в центре внимания КПСС и Советского государства, рассматривается как важнейшая государственная задача и решается последовательно и целеустремленно. Большое внимание охране природы было уделено на XXV съезде КПСС.

Только за последние годы Верховным Советом СССР приняты такие важные законы, как «Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик», «Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик». Приняты специальные законы об охране природы. В 1978 г. было принято постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов».

Среди природных ресурсов страны особое место принадлежит лесу, который занимает более $\frac{1}{3}$ территории СССР. Чтобы лесные богатства не истощались, надо относиться к ним бережно и заботливо. Основные правовые нормы и принципы социалистической организации лесного хозяйства были заложены в мае 1918 г. в декрете «О лесах», подписанным В. И. Лениным.

На шестой сессии Верховного Совета СССР в июне 1977 г. был утвержден проект «Основ лесного законодательства Союза ССР и союзных республик».

В десятой пятилетке (1976—1980 гг.) работы по лесовосстановлению будут выполнены на площади 10—11 млн. га, защитному лесоразведению — на площади 1,4 млн. га, по осушению заболоченных лесных площадей до 1,5 млн. га и устройству лесов — на площади 230 млн. га.

Большое внимание уделяется защитному лесоразведению прежде всего в степных районах интенсивного земледелия. Необходимо бережно относиться к лесу в целом, не только к деревьям, но и к растениям, обитающим под их пологом. Издана «Красная книга» (1975), и есть постановления местных органов власти об охране редких растений, в том числе многих лесных, о запрете их сбора и т. д.

Разделы ботаники. Современный этап в развитии ботаники характеризуется, с одной стороны, вследствие разностороннего изучения растений высокой степенью ее дифференциации выделением многих новых самостоятельных, но взаимно связанных друг с другом дисциплин и, с другой — возникновением новых комплексных дисциплин в результате проникновения в биологию математики и кибернетики. Перечислим некоторые разделы ботаники:

1. Морфология растений — изучает форму растений, внешнее строение органов и их видоизменения.
2. Анатомия растений — рассматривает в основном внутреннее строение органов растений и слагающих их тканей.
3. Физиология растений — изучает процессы жизнедеятельности растений и закономерности превращения в них веществ.
4. Систематика растений — занимается классификацией растений на основе их эволюции, создает системы растительного мира.
5. Палеоботаника — изучает вымершие виды растений по ископаемым остаткам.
6. Дендрология — рассматривает древесные растения, взаимоотношения их со средой.
7. Геоботаника — изучает закономерности распределения растений на земной поверхности, взаимоотношения растений со средой и закономерности естественных группировок растений.
8. Интродукция — учение о переселении растений и введении их в культуру.

Это далеко не полный перечень существующих разделов ботаники. В системе подготовки инженеров лесного хозяйства — лесоводов и озеленителей морфология и систематика являются теоретической и практической основой для таких специальных дисциплин, как дендрология, физиология растений, лесоводство, лесная селекция, лесные культуры, цветоводство, фитопатология и др.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Морфология растений изучает внешнее строение растений, взаимоотношения органов растений, различные их видоизменения в связи с выполняемыми функциями и условиями среды.

Как особый раздел ботаники морфология растений возникла на рубеже XVIII—XIX вв. Термин «морфология» происходит от греческих слов *morphe* — форма и *logos* — учение и был предложен немецким поэтом и естествоиспытателем Гёте.

Особенности любого растения всегда выражаются в его внешней форме, строении, что в свою очередь является результатом длительного исторического процесса развития организма, протекающего в определенных условиях среды. Первые простейшие растения жили в воде и имели очень примитивное строение. Усложнение всей организации растений, расчленение их тела на органы и ткани связано главным образом с выходом растений на сушу и приспособлением их к разнообразным условиям наземного существования. Орган — это часть растения определенного строения, выполняющая определенные функции. Закономерное сочетание органов в организме, их строение и функции всегда соответствуют окружающим их условиям. Расчленение тела растений на органы, усложнение их строения происходило постепенно, в процессе развития растительного мира. У водорослей, грибов и лишайников и в настоящее время тело не расчленено на органы.

Основными органами у растений являются корень, стебель и лист. Все остальные органы (почки, луковицы, колючки, цветок) образовались в результате видоизменений основных органов.

Эти видоизменения связаны с изменением функций, выполняемых органом, и являются результатом приспособления к окружающей среде. Такие видоизменения основных органов называются метаморфозами органов, все они имеют при-

способительный характер. Многие изменения закрепились наследственно.

Основателем учения о метаморфозах у растений является Гете.

Ч. Дарвином (в связи с метаморфозами) было дано понятие об аналогичных и гомологичных органах. Аналогичные органы (от греческого слова *analogia* — соответствие) — это органы, выполняющие одинаковые функции и имеющие одинаковый внешний вид, но различные по своему происхождению. Например, колючки выполняют у растений функции защиты от уничтожения животными, а также предохраняют от излишнего испарения, но у разных растений они имеют различное происхождение.

Так, у гледичии, боярышника, дикой груши, дикого лимона колючки — это видоизмененные стебли, у барбариса — листья, а у белой акации — видоизмененные прилистники. Шипы — это выросты коры стебля (шиповник, малина, ежевика, крыжовник).

Гомологичные органы (от греческого слова «гомология» — согласие, единодушие) — это органы, которые имеют одинаковое происхождение, но могут различаться по форме и выполняемой функции.

Например, защитная кроющая почечная чешуя, колючка барбариса, усик у гороха, ловчий снаряд у мухоловки — органы, которые сильно отличаются морфологически и по выполняемым функциям, но все они имеют общее происхождение — видоизмененный лист. А такие органы, как клубень картофеля, луковица тюльпана, корневище пырея, колючки гледичии — видоизмененный побег.

Все органы растений в зависимости от выполняемых функций объединяются в две группы: вегетативные и репродуктивные.

Вегетативные органы выполняют функции, связанные с индивидуальной жизнью растений, они осуществляют процесс питания, дыхания, защиты, вегетативного размножения и т. д. К вегетативным органам относятся корень, стебель, лист и большинство их метаморфозов (клубни, луковицы, колючки и др.).

Индивидуальное развитие живого организма от зарождения до естественной смерти называют онтогенез.

Репродуктивные органы осуществляют функции, связанные с половым размножением растений. К ним относятся: цветок, плод, семя. Они обеспечивают существование вида в целом.

Процесс исторического развития растительного мира или отдельных видов называется филогенез.

Функции органов тесно связаны с особенностями их морфологического и анатомического строения.

Глава I

ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

Расчленение тела растений на органы произошло в связи с переходом растений из воды на сушу и приспособлением их к сложным условиям наземного существования.

Первым у растений появился стебель, затем лист и позже всех появился корень.

§ 1. КОРЕНЬ

Функции и морфология. Корень у растений появился позже других органов. Корни растений служат для прикрепления растений к почве, поглощения и проведения в растение воды с растворенными в ней минеральными веществами. У некоторых растений корни являются местом отложения запасных питательных веществ и служат для вегетативного размножения. В последнее время было установлено, что роль корней в жизни растений многообразнее и сложнее, чем это считалось ранее.

Так, в корнях может происходить синтез некоторых специфических для каждого вида растений органических веществ (у табака — никотин, у каучуконосных растений — каучук). Корневые системы растений участвуют в синтезе производных нукleinовых кислот. Рост надземных органов и синтез в них белков в сильной мере зависят от этой способности корней.

Корни растений выделяют в почву различные органические вещества — сахара, органические кислоты (уксусную, муравьиную) и некоторые минеральные соединения, которые переводят трудноусвояемые соединения почвы в легко растворимые и усвояемые растениями. Благодаря корневым выделениям вокруг растений создается определенная зона — ризосфера, — наиболее благоприятная для развития различных микроорганизмов, деятельность которых имеет большое значение в питании растений.

У семенных растений зачаточный корень представлен уже у зародыша в семени, и при прорастании семян он развивается в главный корень растения, который растет своей верхушкой и всегда вертикально вниз к центру земли, в сторону, противоположную источнику света. Это свойство называется положительным геотропизмом. Участок на границе между главным корнем и стеблем называется корневой шейкой. У молодых всходов корень обычно бывает тоньше, чем стебель, поэтому переход в стебель выражен довольно четко. По мере роста главный корень ветвится, образуя в разных направлениях корни первого, второго, третьего и последующих порядков, которые уже не обладают свойством положительного геотропизма. Кроме главного и боковых корней, у многих рас-

Рис. 1. Молодой корень пшеницы:

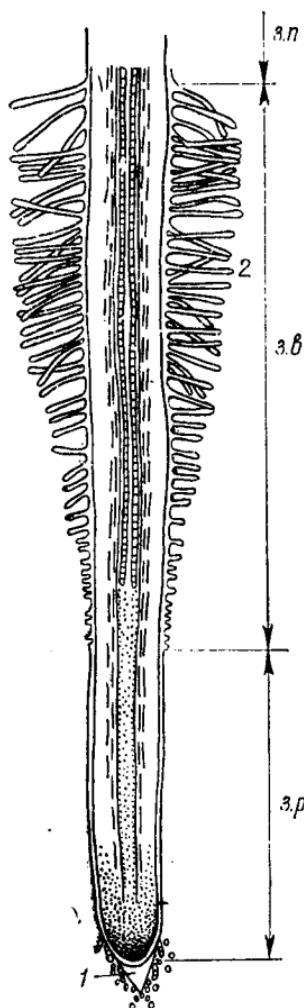
1 — корневой чехлик; 2 — корневые волоски; з.р — зона роста; з.в — зона всасывания; з.п — проводящая зона

тений образуются придаточные корни, которые развиваются из стебля и листьев. Пridаточные корни увеличивают общую корневую систему растений, а в некоторых случаях полностью заменяют главный корень (у злаков). Появлению придаточных корней способствует соприкосновение разных частей растения с влажной почвой. При вегетативном размножении растений черенками и корневищами развиваются только придаточные корни.

В строении корня в соответствии с выполняемыми им функциями выделяют три зоны: 1) зона роста; 2) зона всасывания; 3) укрепляющая, или проводящая, зона (рис. 1). Зона роста располагается на верхушке корня. В этой зоне находится образовательная ткань, меристема, клетки которой интенсивно делятся. Последующее растяжение образовавшихся клеток обусловливает рост корня в длину. Снаружи меристема защищена корневым чехликом, предохраняющим ее от повреждения частицами почвы.

Зона всасывания — это зона расположения корневых волосков, которые осуществляют поглощение из почвы воды с минеральными солями. Корневые волоски представляют собой выросты поверхностных клеток корня. Длина их колеблется от нескольких сотых миллиметра до 2,5—3 мм. Общее число, длина и поверхность корневых волосков достигают огромных величин. Например, у однолетнего сеянца яблони общая длина их достигает 3 тыс. м. Число волосков зависит от условий среды. При высокой влажности почвы оно уменьшается, в условиях же водных культур волоски совсем не образуются. Отсутствуют волоски и при наличии микоризы.

В укрепляющей, или проводящей зоне, располагается основная масса боковых корней. Сильной разветвленностью корневой системы достигаются: громадная поверхность соприкосновения с почвой, большая площадь всасывания и прочность сцепления растения с почвой. Общая длина корней одного растения иногда достигает значительных размеров.



Исследования И. Н. Рахтеенко (1963) показали, что основная масса корней древесных растений сосредоточена на глубине 1,5—2 м, одиночные корни проникают на глубину 5—6 м и еще реже на глубину 10—15 м.

Для роста корней характерна периодичность — периоды энергичного роста чередуются с периодами затухания. У древесных пород отмечается два максимума роста активных корней в течение вегетационного периода — весенне-летний и осенний. Весной пробуждение роста активных корней у разных пород и в разных условиях начинается в различные сроки. В период весенне-летнего максимума происходят формирование листового аппарата и усиленный рост побегов.

Летом у большинства пород рост корней задерживается, но снова усиливается к концу вегетации. Осенний максимум у многих растений начинается в августе или сентябре и заканчивается в октябре-ноябре. Иногда осенний максимум совпадает с листопадом (клен, желтая акация, береза). В периоды затухания роста часть корней отмирает, а часть превращается в проводящие.

В периоды максимального роста активных корней происходит и наибольшее поглощение растением воды и минеральных питательных веществ. При совместном произрастании древесных пород, имеющих разные сроки максимума роста корней, более равномерно и полно используются запасы питательных веществ и влаги. Это следует учитывать при подборе пород для смешанных посадок. Внесение удобрений под древесные породы следует приурочивать к периодам интенсивного весеннего и осеннего роста корней.

Корневые системы. Совокупность всех корней одного растения составляет его корневую систему. Строение, степень развития корневых систем и распространение их в почвогрунте определяются биологическими свойствами растения и факторами внешней среды.

Различают два основных типа корневых систем: стержневую и мочковатую (рис. 2). В стержневой корневой системе хорошо выражен главный корень, который образует основной стержень. Главный корень может иметь разные форму и ветвление. Стержневую корневую систему имеют сосна, дуб, верблюжья колючка, щавель, люцерна. В мочковатой корневой системе нет ясно выраженного главного стержневого корня, мощного развития достигают пучки придаточных корней. Такую корневую систему имеют злаки, луковичные растения. У древесных растений диаметр корневой системы в 2—5 раз превышает диаметр кроны и достигает 10—18 м. У 90-летних елей радиус распространения корней 8—10 м, у сосны 6—8 м.

При классификации корневых систем деревьев и кустарников многие авторы выделяют поверхностную, глубокую стержневую и якорную корневые системы. Поверхностная система рас-

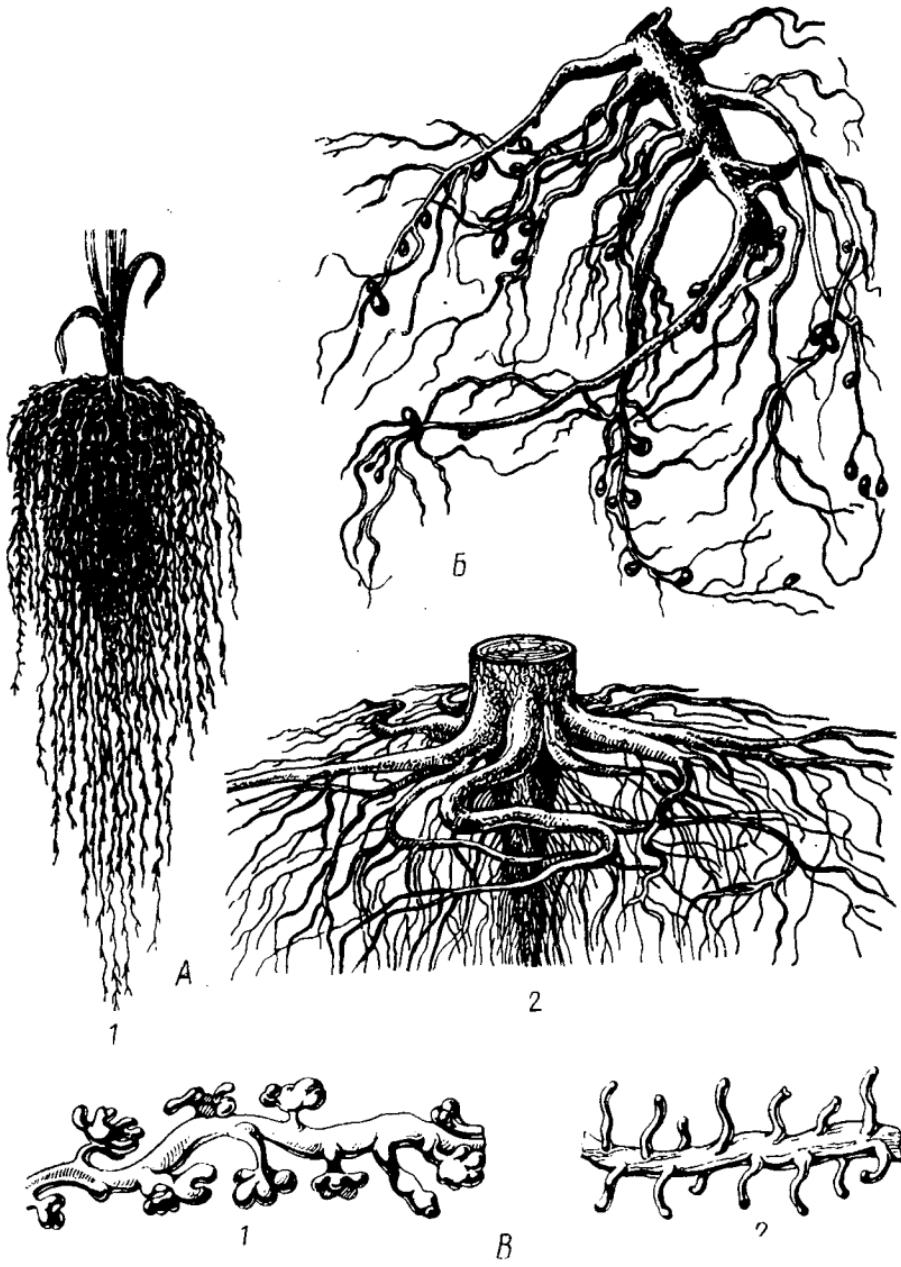


Рис. 2. Корень:

A — корневые системы: 1 — мочковатая; 2 — стержневая; *Б* — корневая система бобового растения; *В* — молодой корень сосны: 1 — с наружной микоризой; 2 — без микоризы

полагается в основном горизонтально и сравнительно неглубоко. Такую корневую систему имеют ель европейская, сосна обыкновенная на болоте. Растения с подобной корневой системой ветровальны. Когда имеется глубоко идущий в землю стержневой корень, растения прочно закреплены в субстрате и противостоят сильным ветрам. Якорные корни характерны для растений песков, щебенистых осыпей, легкоподвижных субстратов. Якорные корни представляют собой боковые ответвления корней, глубоко уходящие в почву, часто под прямым углом и крепко, подобно якорю,держивающие растения в субстрате (сосна обыкновенная на песках). Растения с разветвленными и глубоко проникающими в почву корневыми системами поглощают большое количество питательных веществ. Особенности строения корневой системы зависят от вида растений, условий обитания и от воздействия на рост растений. Корневые системы разных растений, выросших в одинаковых условиях, отличаются друг от друга глубиной проникновения в почву, распределением в почвенных горизонтах, различной быстротой роста, степенью ветвления, толщиной, анатомическим строением и т. д.

Так, в условиях сухой степи разные древесные породы на одних и тех же почвах развиваются различные корневые системы: ясень обыкновенный — глубокую, а пенсильванский — поверхностную; у тополя канадского корневая система глубже и мощнее, чем у тополей бальзамического и китайского. На темно-серых почвах в Воронежской обл. сосна обыкновенная, лиственница сибирская, дуб черешчатый имеют глубокую и достаточно мощную корневую систему; корневая же система березы, осины, жимолости татарской, лещины обыкновенной развита поверхностно. Липа мелколистная, спирея средняя, желтая акация имеют слаборазвитую корневую систему. Особенности корневых систем должны обязательно учитываться при создании противоэрозионных лесомелиоративных насаждений.

Очень разнообразны корневые системы пустынных растений, что определяется главным образом динамикой водного режима. У одних растений — поверхностная корневая система, они используют весенние и осенние кратковременные осадки; у других — глубокая, проникающая до грунтовых вод (черный саксаул, верблюжья колючка (рис. 3).

На развитие корневой системы влияют надземные части растения, тип почвы, ее влажность, содержание и распределение зольных элементов в почве и подпочве. Сильно развитые деревья, как правило, имеют и мощную корневую систему. Близкий уровень грунтовых вод и плотная почва способствуют поверхностному развитию корневых систем.

Один и тот же вид растений в зависимости от почвенно-грунтовых условий развивает разную корневую систему. Хо-

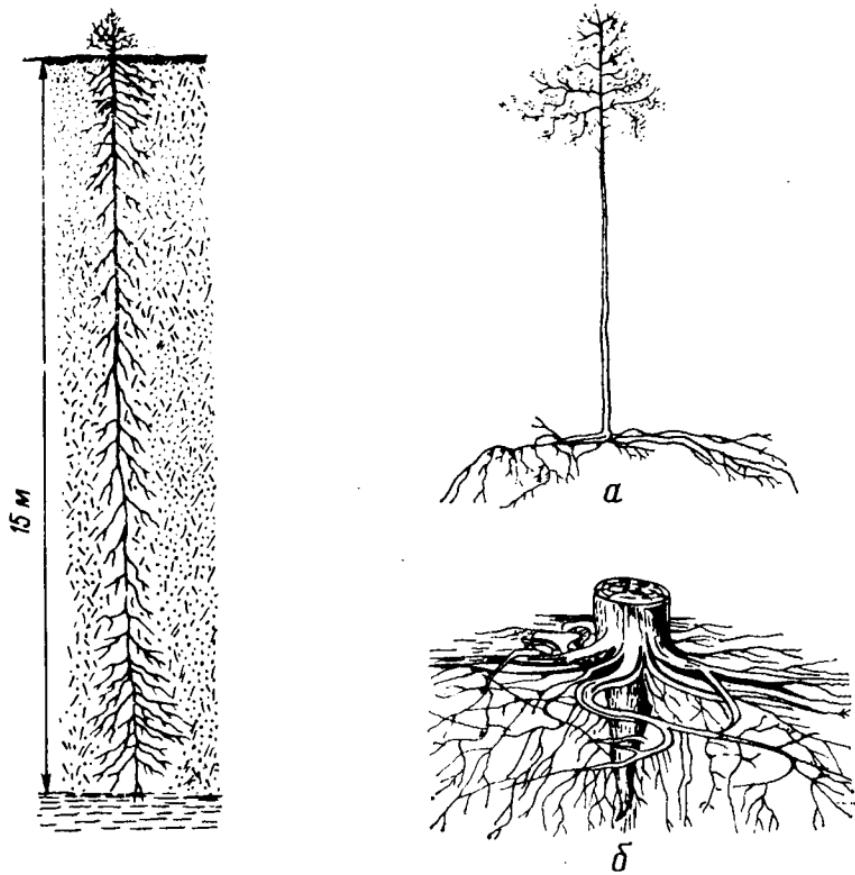


Рис. 3. Корневая система верблюжьей колючки

Рис. 4. Корневая система сосны:
а — на сфагновом болоте; б — на песчаной почве

рошим примером является сосна обыкновенная. На болоте она образует поверхностную корневую систему, а на умеренно влажных и не слишком бедных почвах в средней полосе СССР — более мощную, состоящую из глубоко проникающего в почву стержневого главного корня и из длинных боковых (рис. 4). Изучение корневой системы растений имеет большое практическое значение, особенно в связи с лесоразведением в степных районах.

При создании смешанных культур обязательно надо учитывать различия в особенностях развития и роста их корневых систем. По данным И. П. Раухтенко, береза и осина создают благоприятные условия для роста и развития корней хвойных (ель, сосна), а бузина красная оказывает вредное воздействие на жизнедеятельность корневой системы сосны. Дуб в смеше-

ии с кленом остролистным растет хорошо, а с акацией белой и ясенем обыкновенным — плохо. Устойчивость дуба в степных условиях во многом зависит от его спутников.

Сознательно изменения условия, можно регулировать процесс формирования корневой системы у растений, что имеет большое практическое значение. Так, при обрезке главного корня у растения развивается более мощная и разветвленная корневая система за счет боковых корней. Такой прием используется в цветоводстве.

Микориза. В природе широко распространен симбиоз (сожительство) корней высших растений со многими видами почвенных грибов, образующих на поверхности молодых разветвлений корней чехлы из грибных нитей, гифов, так называемую микоризу (грибокорень). Природа микоризы впервые была выяснена Ф. М. Каменским в 1881 г. Он считал, что гриб способствует поглощению воды и веществ корнями. Термин микориза был предложен Франком в 1885 г.

Наиболее распространенный тип взаимоотношений между зеленым растением и микоризным грибом заключается в том, что гриб получает от высшего растения безазотистые органические вещества, а высшее растение из почвы при посредстве гриба воду, минеральные соли и, по-видимому, азотные вещества перегноя. Растения с микоризой способны перерабатывать и усваивать органические вещества почвы (Лобанов, 1971). Кроме того, микоризный гриб снабжает корневую систему зеленого растения витамином В₁. В последнее время выяснилось влияние витамина В₁ (тиамина) на рост корневой системы (Жуковский, 1964; Тихомиров, 1978).

Микориза может быть наружная (эктотрофная), внутренняя (эндотрофная) и наружно-внутренняя (экто-эндотрофная). Наружная (гифы гриба оплетают окончания корней высшего растения плотным чехлом только с поверхности) и наружно-внутренняя микоризы распространены среди многих древесных пород (у сосны, ели, лиственницы, дуба, тополя, орешника, липы, сливы, груши, березы и др.).

Внутреннюю микоризу (гифы гриба внедряются внутрь клеток корня) имеют орех грецкий, виноград, лисохвост, костер, овсяница, земляника и др. Степень развития микоризы зависит от условий окружающей среды и от возраста растения. Например, у злаков обильное образование микоризы совпадает с периодом зрелости, а у ряда растений (вереск, брусника, черника) зародыш семени. Грушанковые и орхидные для нормального роста и развития должны «заразиться» грибом в стадии проростка. Значение микоризы в жизни древесных пород, в частности дуба, впервые было установлено Г. Н. Высоцким в 1902 г. Сеянцы дуба без микоризы растут значительно хуже, чем с микоризой. Для успешного развития дуба и других древесных пород необходимо, если ми-

ризы нет, заражать ею почву или корни сеянцев. В типично лесных условиях подавляющее большинство древесных растений получает воду и питательные вещества из почвы при помощи микоризообразующего гриба.

Как указывает проф. Н. В. Лобанов (1971), различные древесные породы обнаруживают различную приспособленность к микотрофному питанию (с участием грибов). В зависимости от этого он выделяет 3 группы древесных растений — высоко-, или сильномикотрофных, слабомикотрофных и немикотрофных пород.

К сильномикотрофным относятся ель, сосна, лиственница, дуб; к немикотрофным — ясень, бересклет, многие кустарники и представители семейства бобовых; к слабомикотрофным — береза, вяз, груша, ивы, клен, лещина, липа, ольха, осина, тополь, рябина, черемуха, яблоня. Они могут развиваться как с микоризой (в лесной обстановке), так и без нее (в саду, парке и пр.). Для различных по степени микотрофности групп деревьев и кустарников должны применяться соответствующие приемы агротехники, особенно системы удобрений в лесных питомниках, школах и взрослых насаждениях.

При дальнейшей интенсификации лесного хозяйства в целом и лесоразведения в малолесных и безлесных районах необходимо учитывать все биологические особенности древесных растений, в том числе и специфичность их корневого питания. Лесные древесные растения так же отзывчивы на улучшение их корневого питания, как и сельскохозяйственные.

В настоящее время исследованию микоризы у растений уделяется большое внимание, так как ее наличие на корнях растений увеличивает поступление в растение из почвы воды, минеральных веществ и урожайность растений.

Особенность строения корней бобовых растений. Особенностью корневой системы бобовых растений является наличие особых вздутий — клубеньков, представляющих собой разрастание паренхимной ткани корня, вызванное проникновением бактерий (см. рис. 2, Б). Бактерии проникают в корень из почвы и первоначально питаются за счет растения-хозяина и являются паразитами. В дальнейшем клубеньковые бактерии начинают вырабатывать органические азотистые вещества за счет азота воздуха в таком избытке, что их хватает как для удовлетворения потребностей самих бактерий, так и для обильного питания растения-хозяина. Поэтому все ткани бобовых растений очень богаты азотом, а сами бобовые используются для накопления азота в почве.

На корнях ольхи, лоха, облепихи образуются клубеньки наподобие клубеньков у бобовых растений, но в результате симбиоза с актиномицетами, способными фиксировать атмосферный азот.

Метаморфизы корня. Если корни растений выполняют, помимо главных, другие функции и образовываются в не свойственных для них условиях, это приводит к всевозможным видоизменениям (метаморфозам) корня (рис. 5).

Так, при выполнении функции вегетативного размножения, корни перестают ветвиться, превращаются в длинные тяжи, образуя корневые отпрыски (осина, акация желтая, ольха серая, сирень, вишня). Если же корни выполняют функцию хранилища запасных питательных веществ, они становятся толстыми, мясистыми — клубни (георгин, земляной орех, чистяк); корнеплоды (свекла, брюква, турнепс, морковь). Нижняя часть корнеплода по своему происхождению — главный корень, верхняя же — стебель. Клубни — это мясистые утолщения боковых или придаточных корней.

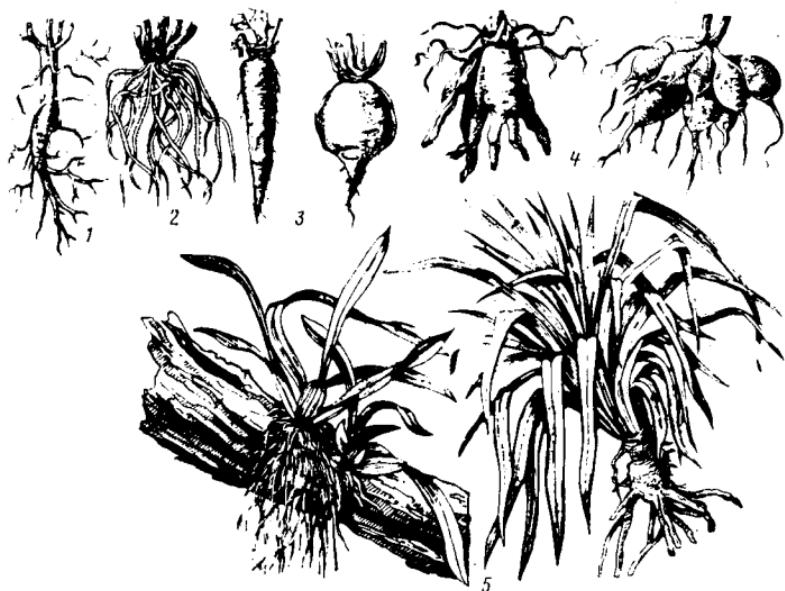


Рис. 5. Метаморфозы корня:

1 — стержневой; 2 — мочковатый; 3 — корнеплоды; 4 — клубни; 5 — воздушные корни

У лиан для прикрепления к стволам других растений, к стенам, откосам образуются воздушные цепляющиеся корни (плющ).

У тропических растений из семейства орхидных и ароидных часто на стеблях развиваются шнуровидные придаточные воздушные корни, способные улавливать атмосферную влагу. У эпифитных растений (эпифиты — это растения, живущие на надземных частях других растений, но не являющиеся паразитами или сапрофитами) развиваются плоско сплюснутые корни, которыми они прикрепляются к коре стволов крупных деревьев. Эти корни способны улавливать воду, стекающую по стволам. Такие корни имеются у многих орхидей. У некоторых корневищных и луковичных растений (тильпана, нарцисса и др.) как приспособление к перенесению неблагоприятных условий зимы образуются втягивающие корни, способные сильно сокращаться в продольном направлении.

Мангровые деревья, обитающие на береговых отмелях океанов, образуют многочисленные корни, которые, разрастаясь, принимают дугообразный вид

и приподнимают ствол над водой, защищая его от затопления во время приливов (рис. 6). Некоторые тропические растения имеют ходульные и досковидные корни, служащие опорой. При затрудненном доступе воздуха развиваются дыхательные корни (пневматофоры), выступающие над водой (болотный кипарис, мангровые деревья).

У растений, паразитирующих на других растениях, живущих за счет растения-хозяина, корни редуцируются и на стебле образуются небольшие



Рис. 6. Мангровые деревья:
1 — дыхательные корни (во время отлива); 2 — ходульные корни

сосальца (повилика). Отсутствуют корни и у водяных растений (роголисты, пузырчатка), которые поглощают вещества из воды всей погруженной поверхностью.

Однако как бы орган ни был видоизменен, его корневую природу всегда можно определить по отсутствию на нем листьев, хотя бы и редуцированных в виде чешуй.

§ 2. СТЕБЕЛЬ

Функции и морфология. Стебель — это один из основных органов растения, который несет на себе почки, листья, цветки, плоды, а также служит для перемещения из листьев к корням органических соединений и из корней в листья воды с растворенными минеральными веществами.

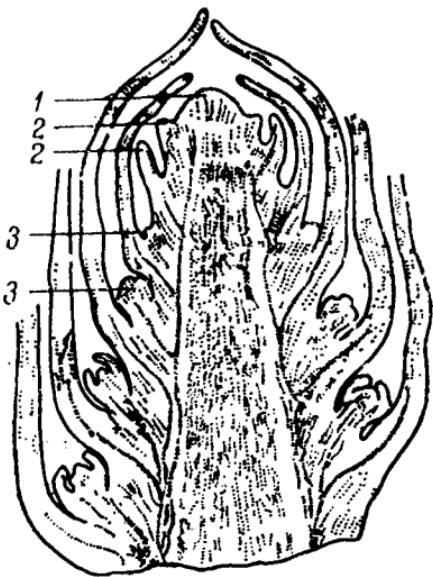
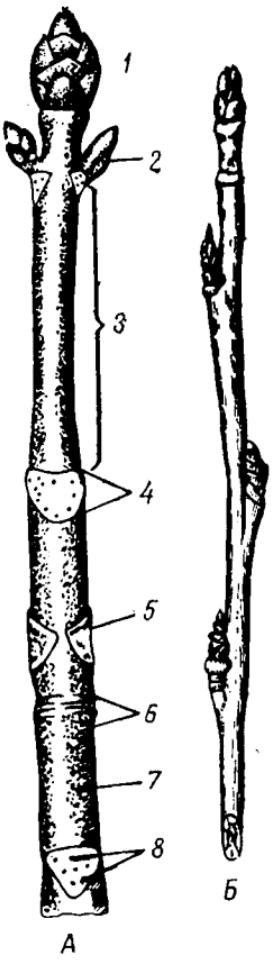


Рис. 7. Побеги:

A — побег конского каштана без листьев: 1 — верхушечная почка; 2 — пазушная почка; 3 — междуузлие; 4 — листовой рубец; 5 — узел; 6 — место прикрепления чешуи почки; 7 — чешуички; 8 — листовые следы; B — удлиненный однолетний побег осины с листовыми почками; B — укороченный побег осины с двумя листовыми и тремя цветочными почками

Рис. 8. Продольный разрез верхушечной почки:

1 — точка роста; 2 — зачатки листьев; 3 — зачатки пазушных почек

Побег, его части, типы побегов. Стебель, развивающийся из почки в течение одного вегетационного периода, вместе с расположенными на нем почками и листьями принято называть годичным побегом. (рис. 7). То место стебля, где прикрепляется лист называется узлом, участок стебля между двумя узлами — междуузлием, а угол между стеблем и листом — пазухой листа. После опадения листьев на стебле остается листовой рубец — бывшее место прикрепления опавшего листа. На поверхности листового рубца обычно хорошо видны так называемые листовые следы — концы оборванных проводящих пучков.

В кроне деревьев и кустарников встречаются удлиенные и укороченные побеги. Удлиенные, или ростовые, побеги характеризуются хорошо развитыми междуузлями. Эти побеги выполняют функцию скелетных, опорных органов кроны. На них обычно образуются хорошо развитые листья. Укороченные побеги имеют короткие междуузлия. Их развитием достигаются

густота кроны и увеличение ассимиляционной поверхности растения. Так, у лиственницы на укороченных побегах развивается от 20 до 60 хвоинок. Хорошо выражены укороченные побеги у осины, березы, буквы и др. Чаще укороченные побеги являются цветоносными, или плодущими, так как только на них образуются цветки и плоды (яблоня, груша).

У побега различают симметрию. Если части побега располагаются во все стороны по радиусу — симметрия радиальная, если в одной плоскости — плоскостная. Последняя в свою очередь разделяется на дорзивентральную, или спиннобрюшную (у побега различают верх и низ), и билатеральную, или двустороннюю (стороны побега не различаются).

Стебель, как и корень, в зачаточном состоянии имеется уже в зародыше семени. Рост стебля, в основном верхушечный, происходит за счет работы образовательной ткани, находящейся на самом кончике стебля, в так называемом конусе нарастания. В основании конуса нарастания образуются маленькие боковые (первичные) бугорки, из которых возникают молодые листья. В пазухах первичных бугорков образуются вторичные бугорки, которые дают начало боковым почкам, а затем и побегам (рис. 8).

У некоторых растений (злаки, гвоздичные, гречишные), кроме верхушечного, наблюдается интеркалярный, или вставочный, рост, который происходит чаще всего у основания междоузлий, где сохраняются участки образовательной ткани.

Стебель в противоположность корню отрицательно геотропичен. Быстрота роста стебля в среднем около 0,005 мм/мин, у некоторых бамбуков при особо благоприятных условиях почти 0,6 мм/мин. За сутки стебель таких бамбуков вырастает в длину на 30—50 см, иногда на 90 см.

Очень быстрым ростом характеризуются австралийские эвкалипты. Из семени через 7 лет вырастает дерево высотой 19 м. Быстрота роста имеет большое значение в борьбе за пищу, свет и за жизнь в целом. К быстрорастущим деревьям относятся те, которые энергично растут в молодости в возрасте от 10 до 30 лет. Быстрее всех из наших деревьев растут тополя, в том числе осина, затем по скорости роста идут лиственница, ольха черная, ясень, дуб, береза, ильмовые, сосна, липа, ель и пихта. Лиственница может давать прирост в высоту более 1 м в год. Высота некоторых австралийских эвкалиптов достигает 100 м, немногим ниже — калифорнийские секвойи. Из наших деревьев-лесообразователей при благоприятных условиях ель европейская достигает высоты около 50 м, сосна обыкновенная 40—50 м, дуб черешчатый 40 м, береза повислая 25 м, пихта кавказская около 70 м.

У большинства растений направление роста стебля вертикальное, в связи с чем стебли большинства древесных и травянистых растений являются прямостоячими. Вертикальный

стебель наиболее биологически целесообразен, так как дает возможность растению занимать наиболее благоприятное положение по отношению к свету.

Из прямостоячих стеблей в процессе приспособительной эволюции возникли стебли приподнимающиеся (восходящие), лежащие (стелющиеся), ползучие (плети и усы), а также лазающие и вьющиеся. Приподнимающиеся, или восходящие, стебли имеют основание, лежащее на поверхности и приподнимающуюся остальную часть, например у фиалки трехцветной. Лежащие, стелющиеся, или распростертые, стебли по всей длине прилегают к поверхности почвы, но не укореняются, например у птичьей гречихи. Ползучие стебли тоже прилегают к почве, но укореняются в узлах. К ним относятся усы и плети. Усы — это ползучие стебли с длинными междуузлиями (земляника, костянка). Плети имеют короткие междуузлия, способны укореняться в узлах, давая новые растения (будра плющевидная, гусиная лапка, лютик ползучий). Лазающие стебли прикрепляются к опоре при помощи усов, но стебли при этом не прилегают плотно к опоре (горошек заборный и мышиный). Цепляющиеся стебли прикрепляются к опоре с помощью прицепок, или крючков и плотно прилегают к опоре (плющ, подмаренник цепкий). Вьющиеся стебли обвиваются вокруг опоры по спирали по часовой стрелке (хмель) или против (горец выонковый). Растения, имеющие лазающие, цепляющиеся и вьющиеся стебли, объединяются в группу лиан.

Среди травянистых растений имеются так называемые бесстебельные растения (одуванчик, подорожник), у которых стебель настолько укорочен, что листья кажутся выходящими из корня.

По форме сечения стебли бывают цилиндрические, продольно-ребристые, или гранистые (3-гранные у осок; 4-гранные — у губоцветных, многогранные — у кактусов), крылатые (чины), плоские (опунции) и др.

Рост стебля зависит от ряда внешних и внутренних причин. У деревьев и кустарников холодного и умеренного климата рост в длину прекращается к концу лета, и на стебле образуются почки, из которых на следующий год развиваются побеги с листьями или цветками.

Почки и их типы. Почка представляет собой укороченный зачаточный побег, находящийся в состоянии относительного покоя. Она состоит из стебля с короткими междуузлиями и зачаточных листьев или цветков. Сверху, как правило, прикрыта чешуями.

По расположению на стебле почки могут быть верхушечные, или терминальные, образующиеся на вершине побега и обуславливающие рост стебля, и пазушные, или аксилярные, образующиеся в пазухе листа и обуславливающие развитие боковых побегов. По содержанию почки могут быть вегетативные,

из которых образуется побег с листьями, цветочные, образующие цветки или соцветия, и смешанные, из которых развиваются олиственные побеги с цветками. Цветочные почки обычно более крупного размера и иногда иной формы, чем вегетативные. У вяза цветочные почки крупные, шаровидные; вегетативные — острые, яйцевидные.

В умеренных широтах в середине лета или к осени, в тропиках с наступлением засушливого периода верхушечные и пазушные почки вступают в сезонный покой, длящийся иногда

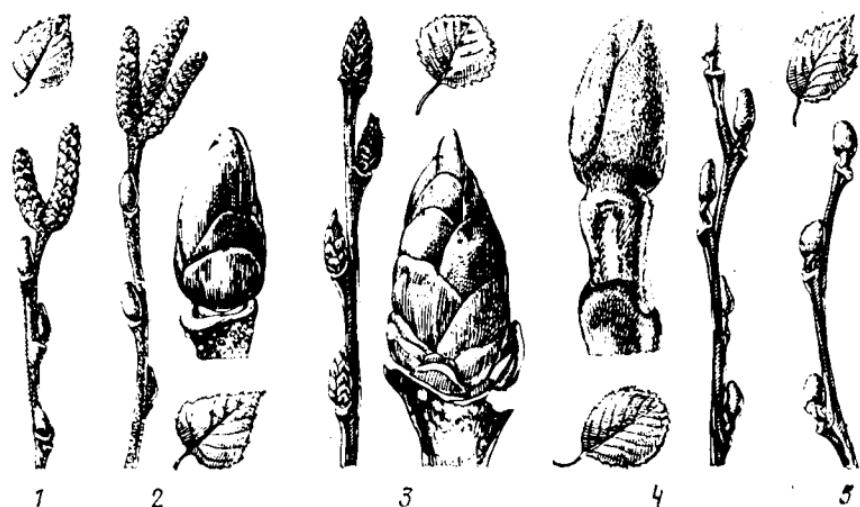


Рис. 9. Покоящиеся почки древесных растений:

1 — береза пушистая; 2 — береза повислая; 3 — осина; 4 — ольха черная; 5 — ольха серая

несколько месяцев. В умеренных широтах такие почки называются зимующими, или покоящимися. Наружные листья этих почек превращаются в твердые кроющие почечные чешуи, почти герметически закрывающие доступ извне во внутренние части почки (рис. 9). Кроющие чешуи имеют различные приспособления (слой кутикулы, пробки, железистые волоски), которые уменьшают испарение с поверхности внутренних частей почки, а также предохраняют их от вымерзания, склевывания птицами и т. д. Некоторые кустарники (гордовина) не имеют чешуй. Во влажных тропиках почки деревьев тоже не имеют защитных чешуй.

Весной почки распускаются за счет запасов, отложенных в корне, стволе и ветвях. При распускании почек почечные чешуи опадают, оставляя у основания почки долго сохраняющиеся рубчики в виде кольца, которые образуют границы годичных приростов, по ним можно определить возраст побега.

Однако ежегодно весной на побегах деревьев и кустарников раскрываются далеко не все почки, заложенные в предшествующем году. Обычно распускаются и образуют побеги только самые крупные, верхние, почки, а нижние, пазушные, переходят в разряд так называемых спящих. Спящие почки иначе называют превентивными (от латинского слова *praevenio* — опежать).

При обмерзании, обкусывании, обрезке части кроны, при срубании дерева или повреждении ствола, при ослаблении в росте кроны и т. д. спящие почки трогаются в рост и вырастают в удлиненные побеги, которые называют замещающими, водяными побегами или волчками. На таких побегах листья обычно бывают более крупные, и развитие их идет быстрее, чем на обычных побегах. Особенно часто замещающие побеги развиваются на дубе, вязе, клене, осокоре, рябине. Спящие почки имеют большое значение для восстановления кроны при ее повреждении весенними заморозками, насекомыми вредителями, а также при низкоствольном, порослевом ведении хозяйства. Спящие почки присущи как лиственным, так и хвойным породам. Спящими могут быть обычные пазушные почки и почки в пазухах почечных чешуй.

Спящие почки закладываются с первого года жизни древесного растения. Первыми спящими почками являются те, которые образуются в пазухах семядолей. У более сильных растений и побегов спящих почек бывает больше, чем у слабых. У сосны обыкновенной в спящее состояние переходят мелкие почки второго кольца, окружающие крупную верхушечную почку удлиненных побегов. Из первого кольца почек обычно образуется мутовка боковых побегов. Спящими являются также почки, сидящие между хвоинками на укороченных побегах. У ели спящими являются маленькие почки, находящиеся в основании побега и скрытые чешуйчатым влагалищем. У семенных дубков много спящих почек на корневой шейке, имеются подземные пазушно-семядольные спящие почки, а на побегах дуба спящими остается часть пазушных почек у основания побегов. У клена остролистного спящими являются две пары супротивнорасположенных почек в нижней части годичного побега. У липы мелколистной спящие почки образуются из маленьких боковых почек, сидящих при основании обычных удлиненных побегов.

Н. И. Ляшенко (1964) установила, что у ряда кустарников (сирень, жимолость татарская, чубушник, желтая акация, ирга, кизильник, спирея, клен гиннала, смородина альпийская) спящими остаются почки оснований годичных побегов, развивающихся в пазухах почечных чешуй, и значительная часть боковых почек годичного побега. У барбариса все почки на однолетних побегах в первый же год развиваются в укороченные побеги. После нескольких лет ассимиляционной деятельности эти по-

беги переходят в спящее состояние. Такие укороченные побеги в спящем состоянии имеются у желтой акции.

При отсутствии повреждения спящие почки способны существовать долгое время. У сосны они живут до 5 лет, у дуба — до 100, у березы — 40—50, у осины — 40, у жимолости — 35, у боярышника — 25, у желтой акции — до 50 лет.

В продолжение всего периода существования живые спящие почки находятся на поверхности коры дерева, так как они способны к медленному росту (верхушечному и промежуточному) и образованию дочерних почек. Довольно долго они выглядят обычными почками. В результате верхушечного роста спящие почки не только увеличиваются в размерах, но и ветвятся — в пазухах почечных чешуй закладываются новые дочерние боковые почки, увеличивается число спящих почек, и на стволе они сидят группами. Ветвление спящих почек наблюдается у дуба, березы бородавчатой, ясения обыкновенного, ольхи черной, липы мелколистной, кленов остролистного, полевого, татарского, вяза, ильма, граба, жимолости татарской, желтой акции, боярышника и др. С определенного возраста растений по мере их роста происходит отмирание почек, что является следствием потери связи с живыми тканями дерева и прекращения поступления воды и питательных веществ.

Многие древесные породы и кустарники способны восстанавливать поврежденную, обрезанную или срубленную часть за счет придаточных (адвентивных) почек. В отличие от спящих придаточные почки могут возникнуть в любой части растения (в узлах или междуузлиях стебля, на корнях или листьях). Местом заложения придаточных почек на стебле чаще всего является камбий на корнях — пробковый камбий и перикл, на листьях иногда камбий жилок. Чаще всего образование придаточных почек связано с повреждением или обрезкой органа.

Придаточные почки могут появляться вследствие какого-либо раздражения. Поранение древесного ствола, стрижка деревьев, укол насекомого, раздражение паразитным грибом и т. д. вызывают появление множества придаточных стеблей, называемых «ведьминими метлами». Их часто можно видеть на березе, грабе, белой акции и т. д.

Придаточные почки развиваются после вырубки многих древесных пород на пнях, образуя так называемую пневую поросль. Она бывает у дуба, вяза, березы, липы, ясения, лещины и др. В образовании пневой поросли участвуют и спящие почки. Пневая поросль характеризуется более быстрым ростом побегов и более крупными, чем у обычных побегов, листьями. Поросль березы, например, в первые годы растет быстрее всходов в 10 раз, осины — в 15, а поросль клена даже в 30 раз; за год она может достичь 3 м. Это объясняется главным образом тем, что для развития побегов и листьев здесь имеются уже готовые

запасные вещества и хорошо развитая корневая система. Однако деревья, развившиеся из пневой поросли, обычно менее долговечны, менее высоки и имеют менее прочную древесину.

Разведение растений черенками и отводками также основано на появлении придаточных почек и придаточных корней на отрезанных частях растений (стеблевые черенки) или на развитии побегов из спящих почек. Бегония и глоксиния размножаются с помощью листьев, положенных на влажный субстрат. Через некоторое время они дают снизу придаточные корни, а сверху — придаточные стебли.

Таким образом, возникшие у деревьев и кустарников в процессе эволюции спящие и придаточные почки являются приспособлениями, при помощи которых они могут восстанавливать или заново образовывать свои надземные и подземные части, а также вегетативно размножаться, образуя новые особи. У некоторых деревьев (дубы) верхушечная почка трогается в рост в год образования. Образуется иванов побег, который может состоять из нескольких приростов.

Изучение морфологии почек и их расположения на побеге имеет большое значение для распознавания и определения древесных пород в безлистном состоянии. По расположению на побеге различают почки супротивные (бузина, клен, ясень, жимолость и т. д.) и очередные (ивы, липа, каштан и др.). Почки, расположенные группами, называются сериальными (жимолость).

Почки различаются по величине и форме. Например, у бересклета почки мелкие, у бузвины — крупные, у бересклета европейского — яйцевидные; у калины обыкновенной — продолговатые и т. д. Цвет у них также различный. У бузвины почки зеленовато-фиолетовые, у боярышника — красноватые, у вяза — светло-бурые и т. д.

Ветвление стебля. У большинства растений кроме главного стебля имеются боковые различных порядков. Ветвление обуславливает довольно сложное строение надземной части, способствует увеличению количества листьев и тем самым увеличению общей ассимиляционной поверхности растения. Не ветвятся стебли некоторых пальм, драцен.

У деревьев главный стебель — ствол ветвится на некоторой высоте, образуя крону. У большинства хвойных хорошо выражена основная ось — ствол дерева, от которого отходят боковые ветви. У большинства же лиственных пород верхушечный рост ствола с течением времени сильно ослабевает и главная ось теряется среди боковых ветвей. В результате этого образуется раскидистая крона. Самые толстые нижние боковые ветви, отходящие от главной оси, называются осями первого порядка, от них отходят ветви второго, затем третьего порядка и т. д.

Ветвление имеет свои закономерности, и определенным группам растений присущ тот или иной тип ветвления. Различают

Рис. 10. Типы ветвления стебля:
1 — моноподиальное; 2 — симподиальное;
3 — ложнодихотомическое

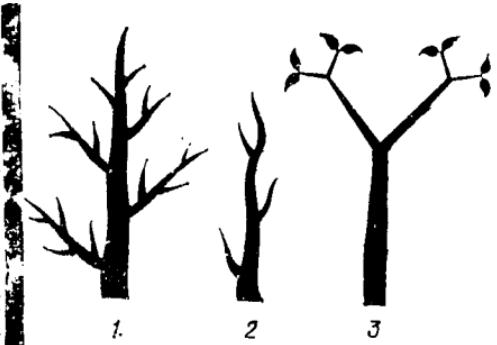
дихотомическое, моноподиальное, симподиальное и ложнодихотомическое ветвления (рис. 10).

При дихотомическом (вильчатом) ветвлении верхушечная точка роста делится

на две, которые и дают «ветви» почти одинаковой величины. Главная ось не выражена. Этот тип ветвления наблюдается у водорослей, грибов, лишайников, мохообразных и плаунов.

При моноподиальном ветвлении главный стебель — ствол у дерева растет за счет верхушечной почки в течение всей жизни растения. Боковые побеги, развивающиеся из пазушных почек по одному или по два в каждом узле, либо образующие ежегодно по одной мутовке (сосна), также обнаруживают моноподиальное ветвление. При моноподиальном ветвлении главный стебель растет и утолщается сильнее боковых, и у деревьев образуется прямой ствол. У сосны по мутовкам можно определить возраст дерева, прибавив к количеству мутовок два первых года, когда мутовки еще не образуются. Моноподиальный тип ветвления легко определить на побегах, прекративших рост, по хорошо выраженным верхушечным почкам. Моноподиальное ветвление свойственно большинству папоротников, хвоющим; господствует у хвойных (пихта, ель, сосна, лиственница, можжевельник). Довольно часто оно наблюдается у покрытосемянных (дуб, клен остролистный, ясень). Дихотомическое и моноподиальное ветвления считаются наиболее древними типами, появившимися на ранних этапах развития растительного мира. Из них возникли симподиальное и ложнодихотомическое ветвления.

Симподиальное ветвление характеризуется тем, что верхушечная почка главного и боковых побегов спустя некоторое время замирает или отстает в росте и вместо нее начинает развиваться пазушная почка, ближайшая к верхушке и растущая в направлении главной оси. Многолетние совершенно прямые по внешнему виду стволы многих деревьев представляют собой составную, образованную из осей разного порядка. При симподиальном ветвлении в кроне появляется большое количество осей (стеблей) разных порядков, что способствует развитию огромного количества листьев. Показатель симподиального ветвления — пазушная почка, сидящая на верхушке молодого побега. Она расположена в пазухе листа, и при его опадении у основания почки сохраняется листовой рубец (липа, вязы, ивы).



Ложнодихотомическое ветвление наблюдается при супротивном почкорасположении. В этом случае вместо верхушечной почки, прекращающей свое развитие, трогаются в рост супротивно расположенные ближайшие к верхушечной пазушные почки, которые образуют развиликку. Крона дерева в результате такого ветвления состоит из ветвей разных порядков. Этот тип ветвления встречается у омелы, чубушки, бархата амурского, калины обыкновенной, сирени, клена остролистного.

Однако указанные типы ветвления не являются абсолютными. У многих древесных растений наблюдается смешанный тип ветвления: до вступления в пору цветения и плодоношения один, после — другой. Например, клен остролистный, не достигнув возраста цветения и плодоношения, обладает моноподиальным типом ветвления, после вступления в возраст цветения и плодоношения моноподиально ветвятся только ростовые побеги, цветоносные же побеги ветвятся ложнодихотомически. Сирень обыкновенная и каштан конский до зацветания имеют моноподиальный тип ветвления, после того, как верхушечная почка становится цветочной, ветвление становится ложнодихотомическим. У березы ростовые побеги, образующие верхушку, являются симподиальными, а боковые укороченные побеги — моноподиальными.

Метаморфозы стебля и побега. В зависимости от выполняемой функции и условий среды возможны различные метаморфозы стебля и побега (рис. 11).

У некоторых растений стебли принимают вид листовой пластинки, имеют зеленый цвет и выполняют функцию фотосинтеза (иглица). Такое видоизменение стебля называется филлокладием. Когда же зеленые стебли несут редуцированные листья, но сами не похожи на них, их называют кладодии (спаржа). Иногда у растений наблюдается уродливость стебля, передающаяся по наследству. Часть стеблей и соцветий становится сплюснутой, лентовидной (петушиный гребень, цикорий, ольха, ясень, бузина). Такое уродливое изменение стебля называется фасциацией. Часто стебель превращается в усики — орган опоры (виноград, тыква, огурец, дыня).

У многих растений, особенно жарких сухих местообитаний, имеются колючки стеблевого происхождения (гледичия, цитрусовые, терн). Колючки стеблевого происхождения развиваются на верхушке стебля, в пазухах листьев или располагаются на стеблевом узле супротивно листу.

У кактусов мясистые, сочные стебли выполняют роль не только своеобразных водных резервуаров, но и ассимиляционных органов. Метаморфозы побега позволяют растениям переживать неблагоприятные для вегетации сезоны (засуху, зиму и т. д.) и служат хранилищем запасных питательных веществ: клубни, луковицы, корневища.

Клубни представляют собой сильно утолщенные мясистые подземные или наземные побеги. У подземных клубней листья редуцируются до мелких, рано опадающих чешуек, в пазухах которых находятся почки, называемые «глазками». Из почек развиваются надземные побеги (клубни картофеля).



Рис. 11. Метаморфозы стебля:

1 — филлокладии у иглицы; 2 — колючки у боярышника; 3 — корневище у купены; 4 — клубни у картофеля; 5 — чешуйчатая луковица лилии; 6 — она же в разрезе

Надземные клубни образуются за счет сильного разрастания стебля и несут нормальные листья (капуста кольраби).

Луковица, как и клубень, представляет собой видоизмененный укороченный мясистый побег. Различают подземные и надземные луковицы. Подземные луковицы у лука репчатого, чеснока, дикого лука. Нижняя часть луковицы, ее плотное основание представляет собой укороченный видоизмененный стебель, который называется **донцем**. Донце имеет плоскую или конусовидную форму. В его нижней части образуется большое количество придаточных корней, а вверх от него направляются видоизмененные листья (мясистые чешуи), в которых откладываются запасные питательные вещества. Наружные сухие или пленчатые чешуи также представляют собой видоизмененные листья, но выполняют они защитную роль, предохраняют мясистые листья от высыхания.

Различают пленчатые, черепитчатые и сложные (сборные) луковицы. Пленчатые луковицы имеют мясистые внутренние чешуи и сухие широкие, плотно охватывающие друг друга верхние чешуи (лук, гиацинт).

У черепитчатых луковиц наружные чешуи **узкие**, не налегающие друг на друга (лилия). Сложная луковица состоит из большого количества деток, луковичек или зубков и сверху одета общими чешуями (чеснок). На верхушке донца имеется верхушечная почка, которая развивается на второй год и дает надземные побеги. Луковицы служат для вегетативного размножения растений, в них откладываются запасные питательные вещества. Растения, имеющие луковицы, называются луковичными. Надземные воздушные луковички развиваются у чеснока в соцветиях, у лилии в пазухах листьев и тоже служат для вегетативного размножения.

Корневище — подземный видоизмененный побег. По форме и строению корневища очень разнообразны. Внешне они часто напоминают корень, но оканчивается корневище почкой, а не корневым чехликом. На корневищах, кроме того, часто хорошо заметны узлы, на которых вместо настоящих листьев образуются разнообразной формы чешуи — редуцированные листья. В пазухах чешуй имеются почки, дающие начало надземным и подземным побегам, а из узлов образуются придаточные корни. Корневища служат растениям для вегетативного размножения и в них у многих растений накапливаются различные вещества, используемые в промышленности и медицине: дубильные (лапчатка), красящие (марена), эфирные масла и летучие кислоты (валериана).

Жизненные формы растений. Облик растительного покрова любой местности зависит главным образом от внешнего вида растений, формы и величины их вегетативных надземных и подземных органов.

Термин «жизненная форма» был введен в 80-х годах XIX в. датским ботаником Е. Вармингом — одним из основоположников экологии растений. Под жизненной формой Варминг понимал форму, в которой вегетативное тело растения (индивидуа) находится в соответствии с внешней средой в течение всей его жизни, от семени до отмирания. Варминг считал, что для характеристики жизненных форм нужны многие биологического-морфологи-

ческие признаки, отражающие поведение растений и их органов (общая длительность жизни особей, отдельных побегов и листьев, способность к вегетативному размножению и возобновлению). Четкой системы жизненных форм он не построил.

И. Г. Серебряков (1962) под жизненной формой понимает внешний облик определенных групп растений, возникающий в онтогенезе в результате роста и развития в определенных условиях среды и исторически сложившийся в данных почвенно-климатических и ценотических условиях как выражение приспособленности к этим условиям.

Жизненные формы тесно взаимосвязаны со средой и носят приспособительный характер, т. е. это определенные типы приспособительных структур. Они являются показателями разнообразных путей приспособления разных видов растений к одним и тем же условиям, возможны сходства этих приспособлений у растений разных видов, родов и семейств.

В течение жизни особи жизненная форма не остается постоянной. Так, однолетний сеянец дуба не похож на могучее взрослое дерево, а пневая поросьль дуба не похожа ни на сеянец, ни на дерево. Это разные этапы жизни одной особи. Поэтому когда речь идет о типичных жизненных формах того или иного вида, имеют в виду жизненные формы взрослых, нормально развитых особей. Большую роль в становлении жизненной формы играет внешняя среда. Например, в лесной зоне взрослые особи ели обыкновенной — это стройные деревья с острой верхушкой, а на крайнем севере своего распространения ель растет горизонтально, образуя стланиковую форму.

Существуют разнообразные классификации жизненных форм.

Наибольшую популярность имеет классификация жизненных форм, предложенная датским ботаником К. Раункиером. Его классификация жизненных форм построена на признаке, характеризующем приспособление растений к перенесению неблагоприятного времени года (холодного и сухого), — положении почек возобновления на растении по отношению к уровню субстрата и снегового покрова.

К. Раункиер выделил 5 главнейших жизненных форм: фанерофиты, хамефиты, гемикриптофиты, криптофиты и терофиты (рис. 12).

У фанерофитов почки зимуют или переносят засушливый период «открыто», достаточно высоко над землей (деревья, кустарники, деревянистые лианы, эпифиты), поэтому почки обычно защищены специальными почечными чешуями, предохраняющими конус нарастания и молодые зачатки листьев от потери влаги.

У хамефитов почки располагаются почти на уровне почвы или не выше 20—30 см над ней (кустарнички, полукустарнички, стелющиеся растения). В холодном и умеренном климатах эти почки зимуют под снегом.

У гемикриптофитов почки возобновления находятся на уровне почвы или погружены очень неглубоко в подстилку, образуемую листовым и прочим мертвым растительным опадом (травянистые растения).

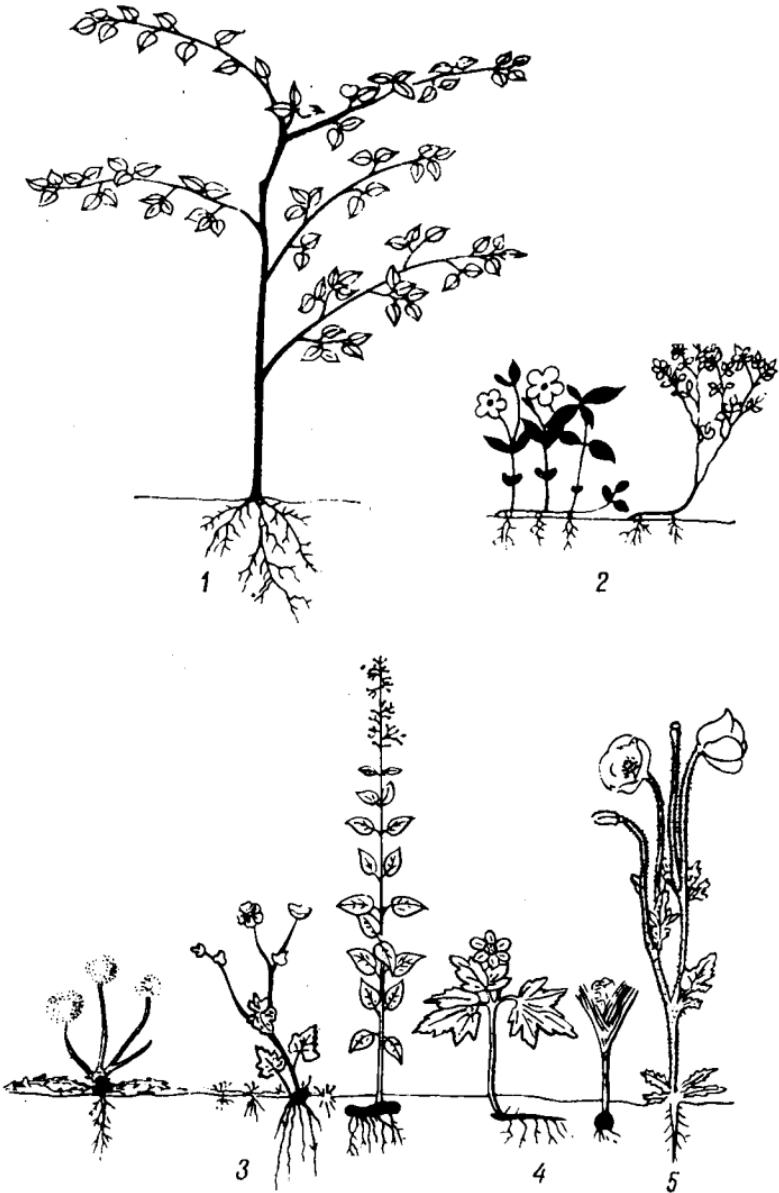


Рис. 12. Жизненные формы растений по Раункиеру (зачерненные части растений зимой не отмирают):

1 — фанерофит; 2 — хамефиты; 3 — гемикриптофиты; 4 — криптофиты; 5 — терофит

Криптофиты представлены либо геофитами с почками возобновления в земле на некоторой глубине (корневищные, клубневые, луковичные растения), либо гидрофитами с почками возобновления, зимующими под водой.

У **терофитов** все вегетативные части отмирают к концу сезона, и зимующих почек не остается. Это однолетние растения. Они возобновляются на следующий год из семян. К. Раункиер выяснил взаимосвязь жизненных

форм с климатом. Во влажных тропиках преобладают фанерофиты, в умеренно холодных зонах — гемикриптофиты, в пустынях — терофиты, в тундро-вой и пустынной зонах — хамефиты.

С давних времен различают такие жизненные формы, как дерево, кустарник, стланец, подушка, лиана и др.

И. Г. Серебряков (1962) в основу системы классификации жизненных форм по морфологическим признакам положил признак длительности жизни всего растения и его скелетных осей, как наиболее четко отражающий влияние внешних условий на морфогенез и рост. Различия между такими жизненными формами, как деревья, кустарники, кустарнички, полукустарники, полукустарнички и травянистые растения, кроме разной степени одревеснения их стеблей состоят еще в длительности жизни и характере смены скелетных побегов в общей побеговой системе.

Деревья характеризуются образованием хорошо выраженного главного ствола, растущего интенсивнее остальных побегов и сохраняющего более или менее вертикальное направление роста. Среди них выделяют деревья первой величины, высота которых выше 26—40 м (дуб, липа, ель, сосна); второй величины — от 15 до 25 м (рябина, груша, черемуха); третьей величины — от 7 до 15 м (яблоня, клен татарский) и деревья низкие — 5—7 м. Продолжительность жизни деревьев от нескольких десятков до нескольких сотен и даже тысяч лет.

Дерево как жизненная форма наиболее распространено в благоприятных для роста условиях. Статистические подсчеты показывают, что самый высокий процент деревьев во флоре влажно-тропических лесов (в Амазонской обл. Бразилии до 88%), а в тундре и высокогорьях их нет. В таежных лесах умеренно холодной зоны деревья составляют 10—12% общего числа видов. Они имеют специальные приспособления для перенесения зимы (защитные чешуи у почек, хвоя).

Кустарники имеют деревянистые надземные части, но главный ствол отсутствует или слабо выражен, и ветвление начинается почти у самой земли, поэтому образуется несколько более или менее тонких стволиков. По мере отмирания главного стволика и ближайших к нему дочерних в центре куста появляются новые — на периферии. Длительность жизни кустарника может быть несколько сотен лет, но каждый стволик живет 10—40 лет (малина — до 2 лет, желтая акация, сирень до 60 лет). Высота кустарников не превышает 4—6 м (барбарис, кизильник, ирга, шиповник, смородина).

Кустарнички характеризуются тем же способом ветвления, что и кустарники, но они более низкорослые и имеют меньшую продолжительность жизни скелетных осей, 5—10 лет. Они широко распространены в тундрах, горах, на сфагновых болотах, под пологом хвойных таежных лесов (черника, брусника, голубика, клюква, вереск, водяника).

Полукустарники и полукустарнички имеют побеги, которые в нижней части остаются многолетними и пробковеют, а в верхней части однолетние и зимой отмирают или отсыхают. Продолжительность жизни их скелетных осей 5—8 лет. Они характерны для пустынных и полупустынных областей (поляни, солянки).

Травянистые растения характеризуются тем, что стебли их не одревесневают и надземные части, как правило, отмирают к концу вегетационного периода. Травы бывают однолетние, двулетние и многолетние.

У многолетних травянистых растений надземные побеги живут один вегетационный сезон и после цветения и плодоношения отмирают до основания, где под землей или на уровне почвы формируются зимующие почки (пырей, осот, сныть, мать-и-мачеха). По форме многолетних подземных органов различают стержнекорневые, кистекорневые, дерновые, корневищные, клубневые и луковичные растения.

Двулетние растения завершают свой жизненный цикл в два вегетационных периода. В первый год обычно образуется розетка листьев, в течение второго года формируется цветonoносный побег (морковь, свекла, капуста, редька, репа, лопух и др.).

У однолетних растений развитие от семени до семени завершается в обычных природных условиях менее чем в 1 полный год. После созревания семян они отмирают.

Однолетние травы могут быть яровые и озимые, причем многие виды имеют как яровые, так и озимые расы. У яровых форм жизненный цикл начинается и заканчивается в течение одного вегетационного периода (яровые хлеба, бобовые, лебеда, марь, марьянник, погремок). Стадия яровизации их протекает при довольно высоких температурах.

У озимых растений цикл развития начинается в конце одного вегетационного периода и завершается после зимовки в середине второго. Для прохождения стадии яровизации озимые требуют пониженных температур. К озимым относятся, кроме озимых хлебов, некоторые сорняки — василек, пастушья сумка и др.

Водные травы подразделяются на погруженные (элодея), плавающие (кувшинки, водокрас), земноводные (частуха, стрелолист, белокрыльник).

Особую группу жизненных форм составляют следующие типы:

Растения-подушки — приземистые формы в виде плотных подушек. Побеги, несущие листья, — многолетние; побеги, несущие цветки, к зиме отмирают. Растения-подушки характеризуются заторможенностью роста всех побегов. Они приурочены к наиболее неблагоприятным местообитаниям с низкими температурами воздуха и почвы, с холодными ветрами (тундры, высокогорья, пустыни, скалы, осьпи), где свободный доступ света подавляет рост побегов.

Суккуленты — формы, имеющие сочные листья и стебли и содержащие много воды (очиток, молодило).

Лианы — формы имеющие длинный стебель (деревянистый или травянистый), который для удержания нуждается в опоре (хмель, вьюнок, лимонник, виноград). Эта жизненная форма помогает растению преодолеть недостаток солнечного освещения.

В ходе эволюции растительного мира изменялись и жизненные формы. Первые наземные растения, вышедшие из воды на сушу, во многих отношениях сохранили еще сходство со своими предками водорослями. Это были невысокие растения близкие к травянистым. Мхи в течение своей длительной истории остались «карликами травами».

В дальнейшем развивались крупные древовидные формы, в том числе папоротники, достигающие 30—45 м высоты, хотя, вероятно, с давних пор существовали и травянистые папоротниковые, которые дожили до наших дней (травянистые папоротники, хвощи, плауны). Голосемянные представляют преимущественно древесную группу.

Цветковые растения наиболее разнообразны по жизненным формам. Признано, что в ходе эволюции они прошли путь от сравнительно невысоких толстоствольных маловетвящихся розеточных деревцев (подобных ныне живущим пальмам и дынному дереву) к крупным настоящим деревьям с хорошо развитым стволом и мелковетвистой кроной, от деревьев — к кустарникам, кустарничкам и разнообразным травам. Травянистые растения более приспособлены для освоения новых экологических условий, хотя некоторые семейства были с самого начала травянистыми, а в иных от травянистых предков возникли более специализированные древесные формы (бамбуки в семействе злаков).

Изучение жизненных форм, их признаков, приспособлений к переживанию неблагоприятных условий, возрастных изменений, вегетативного возобновления и размножения имеет не только теоретический интерес, но и важное прикладное значение, так как от этих особенностей зависят сохранение и возобновление дикорастущих растений, в том числе используемых человеком, например лекарственных, успех интродукции, т. е. переселения растений в новые для них районы. Жизненные формы в зависимости от условий могут изменяться. Это можно наблюдать при интродукции растений с юга на север.

§ 3. ЛИСТ

Функции и морфология. Лист — важнейший орган растения — возник в процессе эволюции и уплощения боковых веточек главного побега. Он осуществляет функцию воздушного питания — вырабатывает органические вещества из неорганиче-

ских (фотосинтез), осуществляет процесс испарения воды (транспирация) и газообмен (поглощение и выделение углекислого газа и кислорода). Лист — это «зеленая фабрика», переведшая энергию лучей солнца в потенциальную, скрытую энергию древесины, плодов и семян.

В процессе фотосинтеза в листьях из неорганических веществ (углекислого газа и воды) при участии солнечной энергии образуются органические. Обычно первоначальным органическим веществом является глюкоза.

Образовавшаяся глюкоза превращается в более сложные углеводы — крахмал и др. В дальнейшем в растениях синтезируются еще более сложные органические вещества. Благодаря транспирации происходит охлаждение поверхности растений на 5—7° С по сравнению с окружающим воздухом, что особенно важно для растений степей и пустынь.

Листья образуются только на годичных побегах дерева. Закладываются они в почке из ткани конуса нарастания побега. На некотором расстоянии от верхушки конуса на его поверхности появляются боковые складки — первичные бугорки конуса нарастания, представляющие собой зачатки листьев.

У большинства растений лист растет сначала верхушкой, потом основанием. Рост листа прекращается через несколько дней или несколько десятков дней. Продолжительность его жизни обычно несколько месяцев, но у вечнозеленых растений 1,5—5 и даже 15 лет. Вечнозеленость этих растений объясняется тем, что старые листья постепенно заменяются новыми, т. е. у них нет единовременного опадения всех листьев.

Так, у сосны обыкновенной лист живет 2—3 года, пихты кавказской 2—5 лет, тиса 6—10, ели 5—12, дуба пробкового 1—3 года, самшита 5—6 лет, бруслики 1—4 года. В определенный период года листья растений опадают. Происходит листопад. В умеренных широтах листья опадают осенью с наступлением пониженной температуры, когда растения не могут получать достаточного количества воды из почвы и замедляются или даже полностью прекращаются жизненные процессы. Растение вступает в период покоя. В тропических странах листопад происходит в период засухи, что предохраняет растение от гибели. Преждевременное опадение листьев может быть связано с резким изменением условий. Листопад — это приспособление, возникшее у растений в процессе эволюции для перенесения ими неблагоприятных условий.

Размеры листьев очень разнообразны и колеблются от нескольких миллиметров до 10—15 и даже 20 м длины (у бразильской пальмы рафии). У большинства растений они достигают 3—10 см длины. Оригинальное растение Юго-Западной Африки — вельвичия (из хвойниковых) имеет всего 2 ремневидных листа до 3—4 м длины и живущих до 100 лет. Общая листовая поверхность одного растения может быть огромной. Так,

листовая поверхность одного растения райграса высокого свыше 2 тыс. см², клевера красного свыше 7 тыс. см², липы 30 тыс. м². Вековой дуб или граб имеют около 500 тыс. листьев, площадь которых около 1000 м². Фотосинтезирующая поверхность их перерабатывает в 1 ч около 2000 г СО₂, используя около 5000 калорий солнечной энергии и создает 1200—1300 г глюкозы.

Поверхность листьев щомкнутого древостоя во много раз пре-восходит площадь, занятую этим древостоем. Например, поверхность всех листьев 1 га дубово-букового леса с грабом равна примерно 4,5 га, дубового леса — 6 га. Поверхность хвои на 1 га елового леса составляет 16 га, а соснового — 17 га (Федоров, Кирпичников, Артюшенко, 1956).

Лист состоит из листовой пластинки, черешка, влагалища листа и прилистников. Основной и постоянной частью листа является пластинка, в ней осуществляются основные функции его жизнедеятельности. Остальные части могут быть слабо развиты или совсем отсутствовать.

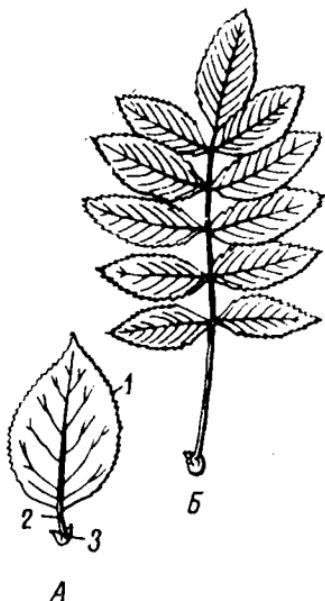
Лист — орган плоскостной симметрии, благодаря чему до-стигается большая поверхность соприкосновения его с окружающим воздухом, откуда извлекаются углекислый газ и кислород. Для связи внутренних тканей листа с наружной средой на по-верхности листа имеются особые отверстия — устьица, через ко-торые осуществляются газообмен и транспирация.

При отсутствии черешка лист называется сидячим, чаще всего это наблюдается у травянистых растений (одуванчик, коровяк), редко у древесных (жимолость каприфоль). Листья с че-решком называются черешковыми. Черешок служит для при-крепления листа к стеблю и лучшего расположения листьев по отношению к свету. Кроме того, черешок способствует ослабле-нию ударов по листовой пластинке капель дождя, града, ветра. Лучше всего черешок развит у растений с большой листовой пластинкой (осина, клен). У некоторых растений нижняя часть листа бывает расширина и более или менее охватывает стебель, образуя так называемое влагалище листа, которое защищает пазушные почки и иногда повышает прочность стебля при сги-бании. Хорошо выражено влагалище у листьев злаков, некото-рых зонтичных и орхидных.

Часто у основания листа имеются особые, обычно парные, выросты. Это прилистники. Они имеют вид пленочек, чешуек, щетинок, колючек или маленьких листочков. Прилистники ха-рактерны для таких семейств, как мотыльковые, розоцветные. Прилистники у многих растений защищают листья в почке и при распускании почек сбрасываются (липа, береза, осина, дуб, черемуха, яблоня, груша). У некоторых растений листовидные прилистники сохраняются и выполняют функцию листьев — фо-тосинтез (горох), колючие прилистники — функцию защиты (бе-лая акация). Листья и листовые пластинки очень разнообразны

Рис. 13. Листья:

A — простой лист яблони: 1 — листовая пластинка; 2 — черешок; 3 — прилистники; *B* — сложный лист ясения (листовая пластинка состоит из 11 листочек)



по форме, очертанию края, вершины, основания, по жилкованию и опушению.

Листья могут быть простые и сложные (рис. 13). Простые листья имеют одну листовую пластинку, цельную или иногда сильнорасчлененную. По степени рассеченности пластинки простые листья подразделяются на лопастные, раздельные и рассеченные.

Лопастными называются листья, имеющие надрезы листовой пластинки, доходящие примерно до $\frac{1}{2}$ ширины полупластинки. Отрезки между вырезанными участками называются лопастями. В зависимости от количества лопа-

стей листья могут быть 2—3—4 и т. д. и многолопастные. По характеру расположения лопастей различают: 1) дланевидно- или пальчатолопастные листья с лопастями, расположенными по периферии листа, средние жилки сходятся к черешку листа; 2) перистолопастные листья с лопастями, расположенными по обеим сторонам пластинки, жилки лопастей направлены к середине листа. Если у перистолопастных листьев лопасти по величине и форме заметно отличаются друг от друга (некоторые виды дубов), их называют выемчатыми, если же конечная доля крупнее боковых — это листья лировидные.

Раздельными называются листья, имеющие надрезы, заходящие дальше $\frac{1}{2}$ ширины полупластинки листа. Вырезанные участки называются долями. В зависимости от расположения долей различают дланевидно- или пальчатораздельные, перисто- и лировиднораздельные листья.

Рассечеными называются листья, имеющие надрезы, доходящие до или почти до основания полупластинки листа. Отдельные участки листа называются сегментами. Различают пальчато-, перисто- и лировиднорассеченные листья. Рассеченные листья напоминают сложные, но в отличие от последних сегменты листовой пластинки не имеют черешков и разнообразны по величине и форме (картофель, валериана, полынь, томат, тысячелистник). Если в перисторассеченному листе крупные сегменты чередуются с более мелкими, то такой лист называется прерывчатоперисторассеченным (лабазник, вязолистник, картофель). Лопасти и разной глубины надрезы простого листа могут быть в свою очередь расчленены, тогда листья называются двуперистолопастные, двуперистораздельные, двуперисто-

рассеченные, трехперистораздельные, четырехперисторассеченные и т. д. Простой лист называется струговидным, или выгрызенным, когда пластинка листа сильно и неравномерно изрезана на косотреугольные обращенные назад участки, более крупные в верхней части и более мелкие в нижней (одуванчик лекарственный).

Сильная изрезанность листовой пластинки не только способствует увеличению листовой поверхности, но и предохраняет листья от разрывов ветром без образования мощной механической ткани. Нерасчлененные крупные листья (бананы) оказываются обычно разорванными.

Сложные листья состоят из нескольких листочков, которые прикрепляются к общему черешку с помощью собственных чешечек. Число листочков в сложном листе разное. Наиболее простые из сложных листьев состоят из 2, 3 или 4 листочков (двойчатосложный, тройчатосложный, четырехсложный). Сложные листья с большим числом листочков могут быть пальчатосложные и перистосложные.

У пальчатосложных листьев листочки прикреплены к концу черешка и расходятся лучеобразно из одной точки (конский каштан, люпин, клевер). У перистосложных листьев листочки располагаются парами на общем черешке, при этом если черешок заканчивается одним листочком, лист называется непарноперистосложный (рябина, белая акация, ясень, грецкий орех), если двумя листочками — парноперистосложный (горох, чина, желтая акация). Нередко в сложном листе черешочки заканчиваются не листочком, а пальчато- или перистосложной пластинкой. Тогда листья называются дважды- или трижды парно- или непарноперистосложные и др. В отличие от простого сложный лист у древесных растений во время листопада часто опадает не весь сразу, а частями, сначала отмирают отдельные листочки, а затем черешок листа, у травянистых растений сложный лист погибает весь целиком.

Форма листовых пластинок. По очертанию пластинки простого листа и листочков в сложном листе все разнообразие их может быть сведено к следующим основным типам (рис. 14): круглый, или округлый — длина и ширина примерно одинаковы (осина); эллиптический — длина в 2 раза больше ширины (гордovina, свидина, бук, жимолость обыкновенная); заостренно-эллиптический — подобен эллиптическому, но с вершиной и основанием не округлыми, а заостренными; продолговатый — длина превосходит ширину больше чем в 3—10 раз (ива пятитычинковая); линейный — длина превышает ширину больше чем в 10 раз (злаки, осоки, ива корзиночная); игловидный — длинный и тонкий, жесткий и колючий (хвоя, лист белоуса); яйцевидный — длина больше ширины и самое широкое место ниже середины листа (береза пушистая, сирень обыкновенная, тополь бальзамический); обратнояйцевидный — самое широкое место выше середины листа (ильм);ланцетный — аналог продолговатого, но вершина и основание у него не округлены,

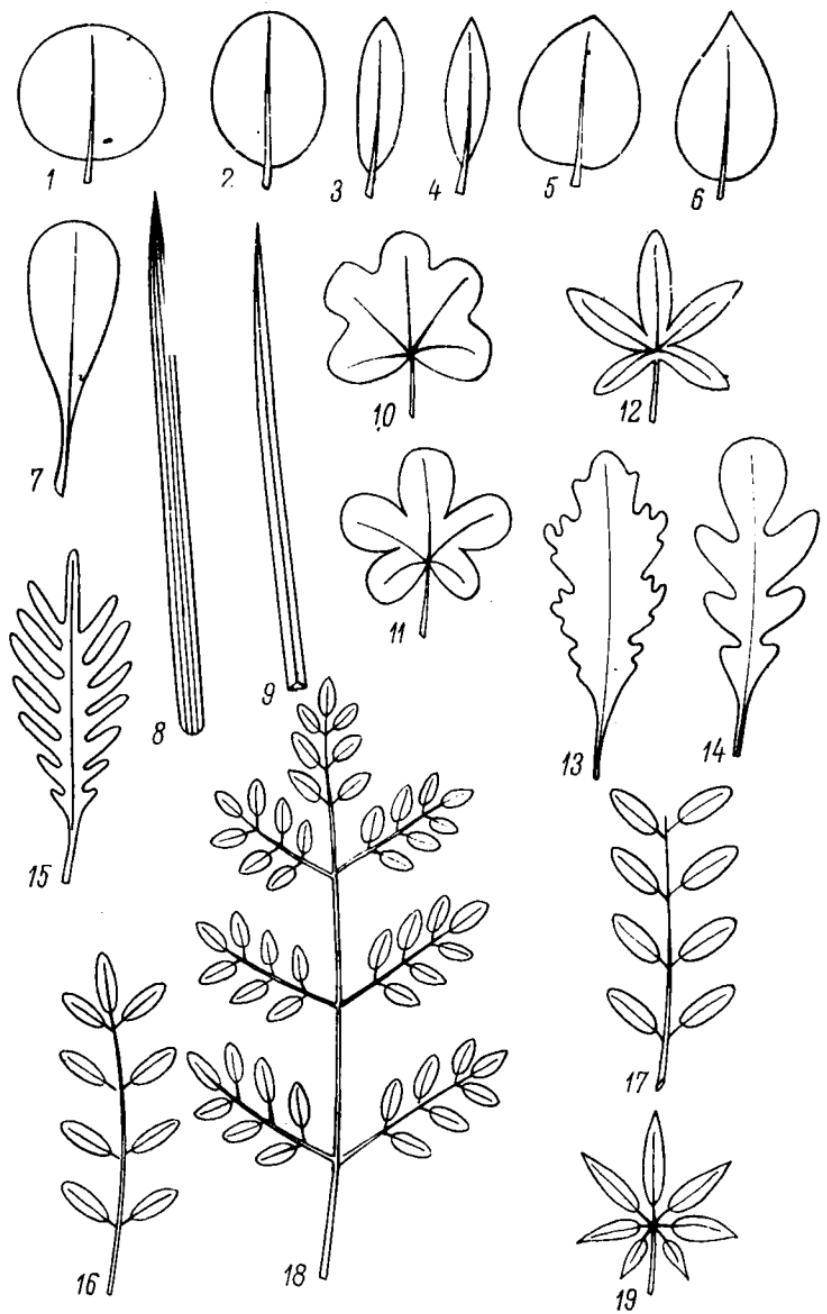


Рис. 14. Основные формы листьев:

1 — круглый; 2 — эллиптический; 3 — продолговатый; 4 — ланцетный; 5 — яйцевидный;
6 — заостренно-яйцевидный; 7 — лопатчатый; 8 — линейный; 9 — игловидный; 10 — пальчатолопастный;
11 — пальчатораздельный; 12 — пальчаторассеченный; 13 — перистолопастный;
14 — перистораздельный; 15 — перисторассеченный; 16 — непарноперистосложный;
17 — парноперистосложный; 18 — дваждыперистосложный; 19 — пальчатосложный

а заострены; ромбовидный — имеет форму пластинки, близкую к фигуре ромба (береза повислая); треугольный — имеет листовую пластинку в форме треугольника (осокорь); почковидный — похож на очертание почки животных, ширина превосходит длину (копытень).

Все это разнообразие форм листа наблюдается у вполне развитых, так называемых срединных листьев растений. Кроме них, у многих растений встречаются низовые и верхушечные малоразвитые листья. Низовые листья часто имеют форму чешуек у лукович, почек, корневищ или влагалищ у основания надземных травянистых побегов. Верхушечные, или верховые, листья находятся на вершине побега в области цветков и соцветий и отличаются от срединных листьев меньшей величиной, более простой формой и иногда окраской (прицветники, прицветнички, чашечки, обертки, кроющие листья).

При описании пластинки листа, кроме формы, имеет значение характеристика ее основания и верхушки (рис. 15).

Важнейшие формы основания пластинки следующие: сердцевидное — с глубокой, имеющей треугольную форму выемкой (липа); почковидное — с глубокой тупой выемкой (копытень); стреловидное — с глубокой треугольной выемкой, образованной двумя отростками нижней части пластинки листа, обращенными книзу (стрелолист обыкновенный); копьевидное — с глубокой треугольной выемкой, образованной двумя отростками нижней части пластинки листа, направленными перпендикулярно черешку или приподнятыми кверху (вьюнок полевой); округленное — в виде правильной выпуклой дуги (свидина белая); клиновидное — сходящееся к черешку в виде острого угла; усеченное — с основанием, представленным прямой линией (горец остроконечный); неравностороннее, или косое, — если левая и правая стороны заметно отличаются друг от друга (вяз шершавый).

К важнейшим формам верхушки листа относятся: округлая — пластинка заканчивается правильной выпуклой дугой; заостренная — края пластинки сходятся на вершине в треугольную верхушку (жимолость татарская); остроконечная — в центре вершины пластинки имеется тонкий и очень короткий шипик (желтая акация); усеченная — с верхушкой как бы обрубленной.

Край листа. Большое значение при распознавании и описании растений имеет характер края листовой пластинки. Он может быть: цельнокрайний — край листа имеет вид плавной кривой или прямой линии (сирень обыкновенная); выемчатый — край с выемками (тополь серебристый); зубчатый — с острыми зубчиками (поперечно или вперед направленными), с закругленными выемками; пильчатый — с острыми зубчиками и острыми выемками (липа); городчатый — с закругленными зубчиками и острыми выемками (яснотка белая).

Жилкование. Это определенное для каждого вида расположение проводящих пучков (жилок) в пластинке листа. По жилкам в толщу листа поступает вода с растворенными минеральными солями и происходит отток продуктов ассимиляции (органических веществ). Жилки служат также механической опорой листа. Жилка, являющаяся непосредственным продолжением проводящего пучка, идущего из черешка в пластинку, называется жилкой первого порядка, средней или главной, от нее берут начало боковые жилки, или жилки второго порядка, а ответвляющиеся от них — жилки

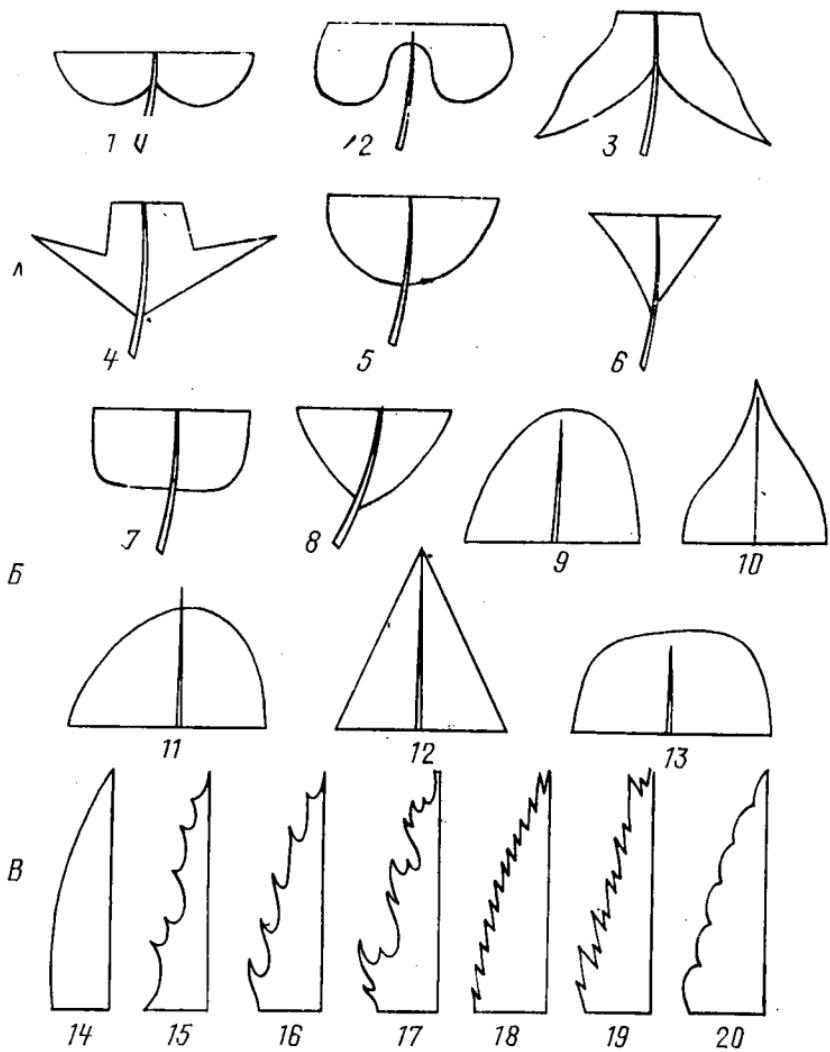


Рис. 15. Лист:

A — формы основания листовой пластинки: 1 — сердцевидное; 2 — почковидное; 3 — стреловидное; 4 — копьевидное; 5 — округлое; 6 — клиновидное; 7 — усеченное; 8 — неравностороннее; *B* — формы верхушки листовой пластинки: 9 — округлая; 10 — заостренная; 11 — остроконечная; 12 — острыя; 13 — усеченная; *C* — край листа: 14 — цельнокрайний; 15 — выемчатый; 16 — зубчатый; 17 — двоякозубчатый; 18 — пильчатый; 19 — двоякогородчатый; 20 — городчатый

третьего порядка. По расположению боковых жилок жилкование подразделяют на несколько типов (рис. 16).

1. Перистое — с одной главной жилкой, от которой под углом отходят боковые.

2. Длаевидное, или пальчатое,— с одной главной жилкой и с одной или несколькими парами лукообразно расходящихся базальных боковых жилок. В зависимости от того, как оканчиваются боковые жилки в листовой пластинке, различают следующие типы жилкования: краебежное, или краевое (перисто- или пальчатокраебежные) — боковые жилки доходят до края пла-

Рис. 16. Типы жилкования листа:

1 — параллельное; 2 — дуговое; 3 — перистокраебежное; 4 — перистосетчатое; 5 — пальчатое

стинки листа (дуб, ильм, клен остролистный); это жилкование еще называется совершенноперистым; сетчатое — боковые жилки не доходят до края листа, многократно ветвятся, сединяются между собой, образуя сетку (ивы). Иначе его называют несовершенноперистым; петлевидное — боковые жилки не доходят до края листа, заворачиваются кверху и присоединяются к вышележащей боковой жилке, образуя петлю (перисто- и пальчатопетлевидное).

3. Параллельное — многочисленные жилки, вступающие в пластинку, идут параллельно друг другу (злаки).

4. Дуговидное — жилки от основания к вершине пластинки проходят дугой (ландыш, подорожник).

О пушение. Наружная поверхность листьев бывает голая или опущенная, главным образом с нижней стороны. Цвет, длина, плотность, форма волосков очень разнообразны. Голые листья бывают глянцевые и матовые. Глянцевые свойственны растениям жарких мест. Наиболее распространеными типами опушения являются следующие: шелковистое — длинные тонкие и мягкие волоски располагаются в одном направлении — параллельно главной или боковым жилкам (ивы белая и русская); войлочное — длинные волоски направлены в разные стороны (тополь белый, ивы козья и серая); бархатистое — короткие прямостоящие мягкие волоски (ива мохнатая); щетинистое — жесткие, чаще прямостоящие волоски (ильм); ресничатое — жесткие волоски по краю листа (азалия); чешуйчатое — волоски в виде чешуек (облепиха, лох); звездчатое — волоски расположены радиально в пучках; железистое — волоски содержат железки, выделяющие эфирные масла и жгучую жидкость.

Форма и размеры листьев не являются абсолютными и постоянными. Лист очень пластичный орган, легко реагирующий на изменение внешних условий (освещение, влажность, питание и т. д.).

Форма и размеры листа могут сильно различаться и в пределах одного растения. Это явление называется гетерофилией, или разнолистностью.

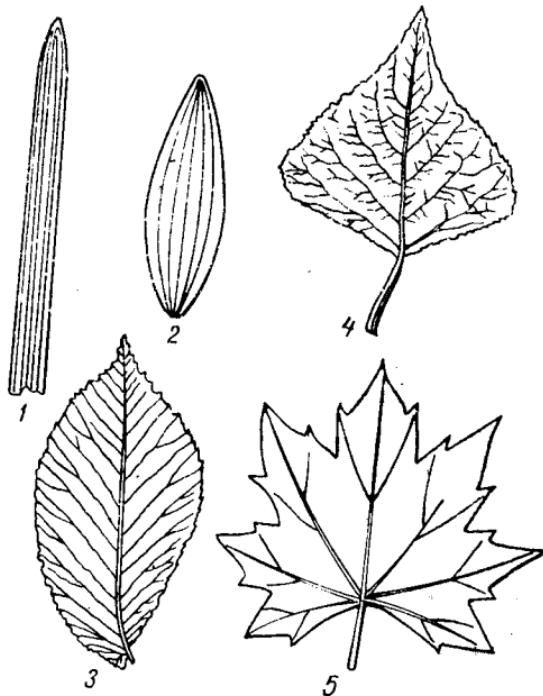


Рис. 17. Листовая мозаика:
1 — плющ; 2 — вяз



ными листьями имеются лопастные.

Расположение листьев. В расположении листьев на стебле наблюдается определенная закономерность, благодаря чему достигается равномерная нагрузка при распределении листьев у растения и в значительной мере исключается взаимное затенение листьев. Различают очередное, супротивное и мутовчатое листорасположение. Если каждый узел побега несет один лист, то такое листорасположение называется **очередным** или **спиральным**. При очередном листорасположении листья располагаются по спирали, причем на разных отрезках спирали имеется два листа, расположенных один над другим по вертикальной прямой. Линия, соединяющая такие два листа на стебле, называется **ортостихой**. Между концами ортостих по спирали располагается разное количество листьев. Количество оборотов спирали между двумя листьями, расположенными на одной и той же ортостихе, называется **листовым циклом**. Число листьев в листовом цикле на спирали может быть 2, 3, 5 и больше. Особенности очередного листорасположения можно выразить в виде дроби, где числитель — число оборотов в листовом цикле, а знаменатель — число листьев в этом цикле. Так, листорасположение у злаков и березы выражается дробью $\frac{1}{2}$, у ольхи — $\frac{1}{3}$, у ели — $\frac{5}{13}$.

Угол по горизонтальной проекции листового цикла, соответствующий отрезку спирали между двумя следующими друг за другом листьями, называется **углом расхождения**. У злаков и осок он равен 180° , у ольхи — 120° , у ели — 138° . Если в узле находится 2 листа, которые располагаются напротив — листорасположение является **супротивным** (клены, жимолости, сирень, яснотка белая). Если в узле 3 листа и более — листорасположение **мутовчатое**. Часто у растений наблюдается явление **листовой мозаики**, т. е. такое расположение

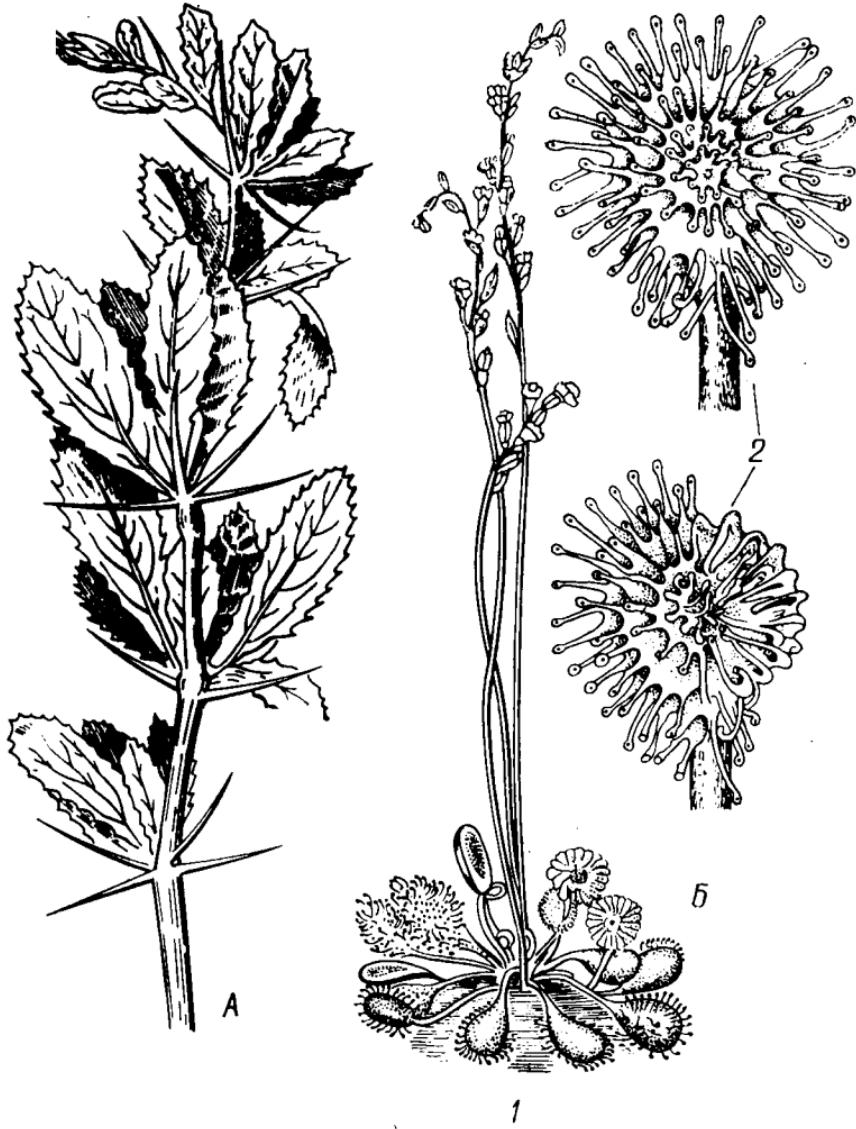


Рис. 18. Метаморфоз листа:

А — побег барбариса с колючками листового происхождения; *Б* — насекомоядное растение росянка: 1 — общий вид; 2 — листья с железистыми волосками

листьев, при котором они не затеняют друг друга. Хорошо выражена листовая мозаика у клена остролистного, амаранты, пальм, агав, у видов плюща и вяза (рис. 17).

Метаморфоз листа. Видоизменения, или метаморфизы, листьев наблюдаются довольно часто. Иногда лист или отдельные его части превращаются в усики, становясь органом опоры (горох), или в колючки — орган защиты. Если в колючку превращаются участки листа, то образуются колючие зубцы (чертополохи, татарники), часто в колючку превращается весь лист

(барбарис) или прилистники (белая акация, держидерево, дурнишник). У некоторых растений листья являются хранилищем запасных питательных веществ (капуста, лук) или воды (растения суккуленты — заячья капуста, мордилло, очиток). В связи с этими функциями листья становятся мясистыми, сочными.

Иногда черешки листьев видоизменяются в ложные листовые пластинки, на которых развиваются настоящие перистые листья. Образуются так называемые филодии. Листья, превращаясь в почечную чешую, выполняют защитную функцию, предохраняют почки от неблагоприятных условий.

Очень своеобразно устроены листья насекомоядных растений. На моховых торфяниках в условиях недостатка азотистой пищи растут росянки (рис. 18). Верхняя сторона листовой пластинки всех росянок покрыта железистыми волосками, которые выделяют блестящие капли клейкой жидкости. Насекомое, опустившееся на пластинку листа, удерживается этой клейкой жидкостью. Вся пластинка листа загибается в виде раковины, и насекомые постепенно рассасываются. Насекомоядные растения питаются за счет фотосинтеза, а также готовых органических веществ насекомых.

Иногда у растений наблюдается редукция листьев, что обычно бывает связано с недостатком воды или гетеротрофным питанием. Из древесных растений сильно редуцированы листья у саксаула, джузгана, эфедры. Из травянистых — у повилики, паразитирующей на льне, клевере и др. Сильно редуцируются листья на подземных стеблях — корневищах, клубнях.

Глава II

РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ

Растения, как и любой другой живой организм, достигнув определенного возраста, приступают к размножению, т. е. воспроизведению себе подобных особей. Размножение, или репродуктивный процесс, обеспечивает сохранение вида и увеличение его численности.

§ 4. ТИПЫ РАЗМНОЖЕНИЯ И ИХ СУЩНОСТЬ

Способы размножения растений очень разнообразны, но все они сводятся к двум основным типам — бесполому и половому.

Бесполое размножение. При бесполом размножении образуются новые особи, по своим наследственным признакам сходные с родительской особью. Бесполое размножение подразделяется на собственно бесполое и вегетативное.

Собственно бесполое размножение происходит зооспорами и спорами. Зооспоры и споры — это одноклеточные образования. Зооспоры образуются у водных водорослей и грибов. Зооспоры подвижны, они имеют жгутики, с помощью которых передвигаются в воде. Образуются зооспоры в зооспорангиях. Споры образуются преимущественно у наземных растений. Они свойственны большинству низших и всем высшим расте-

ниям. Образуются споры на определенном этапе индивидуального развития организма в специальных органах спорообразования — спорангиях. Перед образованием спор внутри спорангия происходит редукционное деление ядра. Из каждой материнской клетки образуется 4 клетки с гаплоидным, т. е. в 2 раза меньшим по сравнению с материнским набором хромосом. Споры не способны двигаться, они переносятся ветром, животными или водой и прорастают в новый организм.

У бактерий образование спор не связано с делением и размножением. Споры у бактерий образуются в результате обезвоживания протопласта клеток и утолщения оболочки. У бактерий споры являются приспособлением для перенесения неблагоприятных условий.

При вегетативном размножении новые особи растения развиваются из его вегетативных органов (корней, стеблей, листьев, луковиц, корневищ, клубней и т. д.) или их частей. В основе вегетативного размножения лежит способность растений к регенерации (восстановлению) утраченных органов или их частей, либо вообще к развитию всего организма из отдельных участков тела. Вегетативное размножение не приурочено к какому-либо определенному этапу развития растения. При вегетативном размножении, как и при собственно бесполом, потомство сохраняет все признаки исходной материнской особи. Вегетативное потомство одной особи называется клоном. Вегетативное размножение очень широко распространено в природе. Особенно оно выражено у растений, произрастающих в условиях неблагоприятных для семенного размножения (короткий вегетационный период, из-за чего плоды и семена не успевают развиться и созреть; сильное затенение, избыточное увлажнение, отсутствие опылителей, густой моховой покров или дернина, препятствующие прорастанию всходов). Часто такие условия создаются под пологом леса и на болоте, поэтому большинство лесных и болотных растений (осоки, злаки, черника, брусника, багульник и др.) размножаются вегетативно.

Вегетативно размножаются также многие деревья и кустарники (бересклет, лещина, калина, ольха, тополь, белая акация, липа, пихта), многолетние травы (пырей, иван-чай). Однолетние травы вегетативно не размножаются. При вегетативном размножении происходит увеличение количества особей вида и расселение по территории, растения при этом всегда располагаются группами, куртицами.

Способы вегетативного размножения растения в естественных условиях очень разнообразны. Главнейшие из них следующие.

1. Размножение корневыми отпрысками. На горизонтально расположенных корнях возникают придаточные почки, которые дают побеги, постепенно обособляющиеся в самостоятельные особи. Число придаточных почек на корнях древесных растений

велико. Известно, что срубленное дерево осины (тополь дрожащий) дает 50—60 корневых отпрысков, в результате вокруг материнского пня возникает целая осиновая роща. Старые материнские корни постепенно отмирают, и все отпрыски становятся самостоятельными. Корневыми отпрысками размножаются и другие тополя, а также ольха серая, ивы, сирень, вишня, белая акация и др.

2. Размножение естественными отводками. Низко расположенные ветки некоторых растений в местах соприкосновения с почвой способны укореняться. Ветвь постепенно принимает вертикальное положение и через некоторое время отделяется в самостоятельное растение. Образуется отводок. Так размножаются пихта сибирская, клен, липа, граб, ель на северной границе своего распространения, дуб, калина, лещина, бересклеты, бирючина.

3. Размножение с помощью плетей и усов (лютик ползучий, клевер, будра, земляника, клубника, костяника и др.).

4. Размножение корневищами. Корневища имеют на узлах в пазухах редуцированных листьев почки, которые дают надземные побеги. Корневища растут довольно быстро. Так, на лесных опушках корневище у иван-чая за весенне-летний сезон отрастает на 85—100 см, у подбела на торфяных болотах до 150 см. Корневищами размножаются черника, брусника, майник, осока, многие злаки, ирис, ревень, ландыш, мятта, спаржа, бамбук. Корневищами размножаются и некоторые кустарники. Так, корневища у снежноягодника к концу лета отрастают до 50 см, у чубушки душистого до 37 см. Несколько меньший рост корневищ у лещины обыкновенной, сирени обыкновенной, черемухи виргинской (от 25 до 30 см).

5. Размножение клубнями. Клубень — это утолщенная часть корня или корневища. Корневыми клубнями размножаются георгин, ятрышник, чистяк: корневищными — земляная груша.

6. Размножение отделенными от растений частями. У некоторых видов ив и тополей, растущих по долинам рек, во время ледохода и разлива часто обламываются ветви, которые переносятся на значительные расстояния. После спада воды, если ветви слегка заносит ил или песок, они развиваются корневые зародыши, укореняются и дают новые растения. У ивы ломкой ветви, обламывающиеся зимой при сильных ветрах, способны к укоренению.

7. Размножение луковицами — лук, чеснок, лилия, гиацинт.

8. Размножение выводковыми почками и луковичками. В районах с коротким вегетационным периодом (полярных и альпийских) и с очень коротким периодом увлажнения (сухих степях и пустынях) в соцветиях часто возникают придаточные выводковые почки или луковички. Они развиваются из цветочных почек вместо цветков, отваливаются, разносятся ветром и прорастают в новое растение. Так размножаются многие расте-

ния пустынь: гусиный лук персидский, лилия клубненосная, мята живородящий, осока живородящая, виды овсяниц, зубянка клубненосная. У большого числа растений в северных или высокогорных районах цветки превращаются в луковички — у альпийских мятылков, овсяниц, ситников, камнеломок, грешишки живородящей, лука.

Кроме вегетативного размножения, в естественных условиях происходит вегетативное возобновление. Возобновление связано с образованием пневой поросли, когда не происходит увеличения числа особей и расселения по территории. После рубки леса или гибели кроны дерева от других причин в основании сохранившегося пня из придаточных и спящих почек возникает мощная поросль, которая характеризуется буйным ростом побегов и крупными листьями, так как сохранившаяся корневая система обеспечивает ее обильным питанием. Однако поросль отличается невысокими техническими качествами древесины и малым долголетием. Во многих районах значительная часть лесных насаждений в настоящее время вегетативного или смешанного происхождения. Так, в лесостепи дубравы представлены главным образом порослевыми и смешанными порослево-семенными насаждениями. Пойменные леса из тополей черного, белого и ив представлены насаждениями главным образом вегетативного происхождения. В лесной и лесостепной зонах осинники и березняки, возникшие в результате смены пород на площадях, раньше занятых другими насаждениями, вегетативного происхождения.

Вегетативное размножение растений издавна используется человеком в практике при разведении плодовых и ягодных растений, в овощеводстве, полеводстве, лесоводстве, цветоводстве. Вегетативное размножение позволяет ускорить сам процесс размножения и при соблюдении специальных условий сохранить ценный сорт в относительной чистоте.

Существует несколько способов искусственного вегетативного размножения.

1. Размножение искусственными стеблевыми отводками. Этот способ широко применяют при размножении винограда, ореха, орешника, смородины, сливы.

Ветвь растения изгибают дугообразно и засыпают влажной почвой (рис. 19). Через 2—3 месяца (к осени) у отводков в узлах развивается корневая система, и постепенно новые растения отделяют от материнского.

2. Размножение черенками. Черенком называют отделенный от материнского растения небольшой отрезок побега, листа или корня. Стеблевые черенки бывают зимние (безлистные) и летние (олиственные). Зимними черенками хорошо размножаются только те растения, у которых к концу лета в глубине саблей образуются зачатки корней. К ним относятся все ивы, многие виды тополей, смородины, тамариксы, желтая акация, виноград,

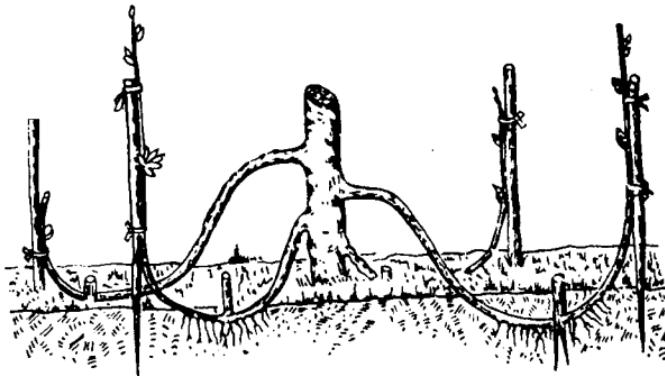


Рис. 19. Размножение отводками, пригнутыми к земле

тис, бересклеты. Из хвойных пород наиболее легко укореняются черенки лиственниц; сосна и ель размножаются черенками труднее. На черенки обычно используют 1—3-летние побеги длиной в 25—30 см. Черенки растений, не имеющих корневых зачатков, укореняются плохо или совсем не образуют корней. Укоренить их можно, применив синтетические стимулирующие корнеобразование вещества (гетероауксин, *α*-нафтилуксусную кислоту и т. п.). Так, например, удается укоренить зимние черенки дуба черешчатого.

Олиственные черенки срезают летом, размером в 1—2 междоузлия с листьями в узлах. Листья особым образом стимулируют образование корней. Срез делают над самым стеблевым узлом, так как в основании междоузлия возникает больше корневых зачатков. У растений с крупными листьями за 1—2 дня до срезания побега на черенок рекомендуется срезать листовые пластинки до половины их длины, чтобы уменьшить испаряющую поверхность.

Укоренение черенков зависит от влажности почвы, кислотности среды и т. п. При укоренении черенков обнаруживается свойство, получившее название полярности. На черенках корни развиваются обычно на их морфологически нижнем конце, а стебли — на верхнем (рис. 20). Корневые черенки применяются в практике реже стеблевых. Корневыми черенками размножают малину, ежевику, финиковую пальму, некоторые сорта вишен, слив, яблонь (антоновку), груши, розы, бересклет, орешник, иргу; из травянистых растений — цикорий, люцерну, флоксы и др. Черенки рекомендуется брать с боковых корней первого порядка 1—3-летних сеянцев, недалеко от поверхности земли.

В практике известны также растения, у которых к укоренению и развитию почек способны листовые черенки. К ним относятся алоэ, гиацинт, лилия, begonия, очиток, молодило, росинка, плющ, глоксиния. Кроме побегов, листьев и корней регенериро-

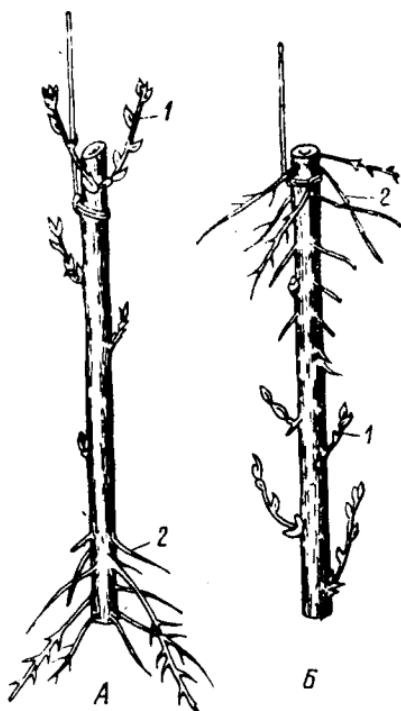
Рис. 20. Полярность черенков ивы:

А — черенок подвешен морфологическим верхним концом вверх; Б — черенок подвешен морфологическим верхним концом вниз; 1 — побеги; 2 — придаточные корни

вать могут прилистники, семядоли, плодолистики и плоды, но ни тычинки, ни лепестки венчика к регенерации не способны.

3. Прививки. Это широко распространенный способ искусственного вегетативного размножения растений. Он основан на пересадке частей одного растения на другое и сращивании их друг с другом. Корнесобственное растение, к которому прививают, называется подвоем, прививаемое растение — привоем. Размножение растений прививками широко используется в плодоводстве, растениеводстве, а в последнее время и в лесном хозяйстве. Прививки позволяют сохранить наследственные свойства плюсовых деревьев и гарантируют быстрое плодоношение. Они применяются как для хвойных, так и для лиственных пород. Прививку можно делать в разные части подвоя — в крону, ствол, корневую шейку, корень. Методы и способы прививки древесных растений очень разнообразны. Широко используют: 1) облактировку (прививку сближением) — растения прививают стеблевыми частями и привой отделяют от материнского растения после срастания компонентов; 2) окулировку, или прививку «глазком» — почкой с частью древесины или камбия; 3) копулировку (прививку черенком) — привоем является побег с несколькими почками. Известно около 150 способов прививки черенками, из них наиболее распространены «косой срез» — при относительно одинаковом диаметре компонентов, а также прививка врасщеп, вприклад и за кору — при разном диаметре компонентов.

Прививки для лесосеменных плантаций делают на сеянцы или подрост того же вида растений, что и привой. Семена для выращивания подвоев берут местного происхождения. Но при интродукции, когда нет сеянцев той древесной породы, которая прививается в качестве подвоя, используют близкие виды. Так, для прививок кедров сибирского и корейского используют подвой сосны обыкновенной, а ель голубая легко приживается на ели европейской.



Половое размножение. Наблюдается как у низших, так и у высших растений. На определенном этапе развития растений у них образуются мужские и женские половые клетки — гаметы. Сущность полового размножения заключается в слиянии разнополых гамет и образовании из них одной клетки — зиготы, которая дает начало новому организму. По существу здесь размножения не происходит, и потому этот процесс называют часто половым воспроизведением. При половом размножении соединяются различные по наследственным признакам отцовские и материнские гаметы, вследствие чего получается более жизненное потомство, обладающее широкой амплитудой приспособления к внешним условиям.

У растений наблюдается 4 типа полового процесса — изогамия, гетерогамия, оогамия и конъюгация.

В процессе изогамии происходит соединение двух подвижных и морфологически одинаковых гамет. Это наиболее примитивный тип полового воспроизведения, широко распространенный у многих водорослей и грибов. При гетерогамии гаметы подвижные, но мужская мелкая, а женская более крупная. Наблюдается у зеленых и бурых водорослей. При оогамии гаметы отличаются формой и величиной. Женская гамета неподвижная крупная (яйцеклетка), мужская мелкая, подвижная (сперматозоид), у семенных растений она теряет подвижность и называется спермием. Образуются половые гаметы в гаметангиях. У низших растений гаметангии одноклеточные, у высших — многоклеточные. При конъюгации гаметы не образуются, а происходит слияние содержимого двух вегетативных клеток.

Чередование поколений. У большинства растений наблюдается как бесполое, так и половое размножение, причем в цикле развития растений оба вида чередуются друг с другом с правильной последовательностью, давая так называемое чередование, или смену, поколений. Тот период или та фаза в жизненном цикле, которая связана с образованием органов бесполого размножения — спор, называется бесполым поколением, или спорофитом. Фаза, связанная с образованием органов полового размножения и половых гамет, называется половым поколением, или гаметофитом. Иными словами спорофит и гаметофит — это две взаимосвязанные, воспроизводящие друг друга фазы в цикле развития растения. К гаметофизу относится все, что развивается от споры до зиготы, а к спорофиту — то, что развивается от зиготы до спор. Гаметофит и спорофит различаются не только внешне, но имеют и разное число хромосом в ядрах клеток.

Споры, как уже отмечалось, образуются в результате редукционного деления и содержат гаплоидный — n (одинарный) набор хромосом. Из таких спор развивается гаплоидный гаметофит, т. е. организм, построенный из гаплоидных клеток. Гапло-

идными являются и половые гаметы. При половом размножении в момент оплодотворения мужская и женская гаметы сливаются, образуя одну клетку-зиготу, имеющую одно ядро — результат слияния ядер обеих гамет. От каждой из гамет ядро зиготы получает по гаплоидному набору хромосом и в результате оно имеет двойной, диплоидный ($2n$) их набор. Из зиготы развивается организм, каждая клетка которого имеет также диплоидный набор хромосом. Следовательно, спорофит содержит диплоидный набор хромосом в ядрах своих клеток, но в спорофите образуются гаплоидные клетки — споры. Благодаря чередованию поколений у растений образуется обильное и разнокачественное потомство. У растений, стоящих на разных ступенях эволюции, смена ядерных фаз и соотношение спорофита и гаметофита неодинаковы.

§ 5. ЦВЕТЕНИЕ

Происхождение, функции и морфология цветка. У цветковых растений с половым размножением и образованием семян связан процесс цветения. Цветок представляет собой укороченный неразветвленный спороносный побег. Цветок служит для образования спор и гамет, для опыления и полового процесса, после которого образуются семена и плоды. Листья, в пазухах которых находится цветок, называются кроющими или приветниками.

Хорошо развитый цветок состоит из цветоножки, цветоложа, покровов — чашечки и венчика, тычинок, или андроцоя, и пестиков, или гинецея (рис. 21).

Цветоножка имеет стеблевое происхождение и служит для прикрепления цветка к стеблю. В том случае, когда на ней прикреплено соцветие, она называется цветоносом. Иногда цветоножка не развивается, тогда цветок называется сидячим (цветки в головках некоторых клеверов, в корзинках сложноцветных).

Цветоложе — это верхняя расширенная часть цветоножки, служит оно для прикрепления всех остальных частей цветка. Цветоложе может быть плоское (клен остролистный), выпуклое (малина, лютик), вытянутое (гравилат) или вогнутое (роза, черемуха).

Чашечка и венчик составляют околоцветник, или покровы цветка. Околоцветник защищает собственно цветок (тычинки и пестики) от внешних неблагоприятных воздействий и выполняет вспомогательную функцию при опылении, привлекая насекомых опылителей. Он может быть простой и двойной. Простой околоцветник образован только чашечкой (ожика, крапива, конопля, щавель, мужские цветки дуба, вяз) или только венчиком (тильпан, лилия, ландыш, пролеска). Двойной околоцветник состоит из чашечки и венчика (яблоня,

гравилат, чубушник, сирень). Если околоцветник отсутствует, цветки называются голыми или бесиокровными (ива, ясень, тополь, пестичные цветки дуба).

Чашечка состоит из зеленых свободных или сросшихся чашелистиков, которые представляют собой видоизмененные листья побега. О листовой природе чашелистиков говорят их окраска, плоскостная симметрия, анатомическое строение. У некоторых растений (роза, пион) можно наблюдать постепен-

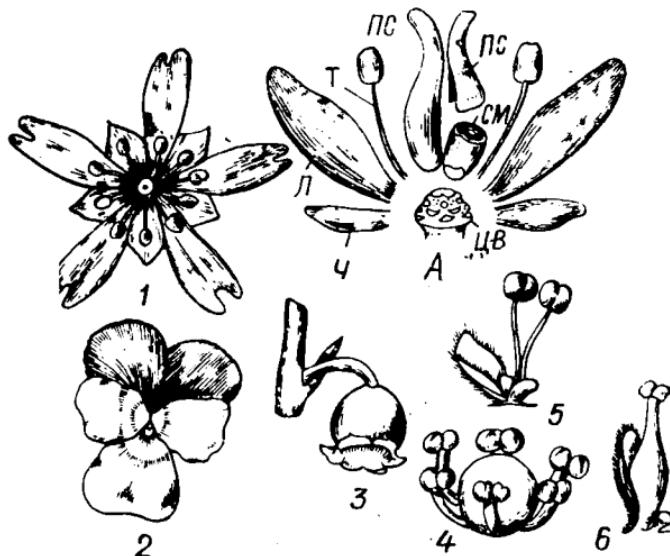


Рис. 21. Цветок:

A — общая схема цветка: *цв* — цветоложе; *ч* — чашелистики; *л* — лепесток; *пс* — пестики; *т* — тычинки; *см* — семяпочка; 1 — правильный; 2 — неправильный; 3 — цветок с простым околоцветником (ландыш); 4, 5, 6 — цветки без околоцветника (обоеполый цветок бело-крыльника, тычиночный цветок ивы, пестичный цветок ивы)

ные переходы от верхушечных листьев к чашелистикам, которые в свою очередь оканчиваются сложной или рассеченной листовой пластинкой.

Венчик состоит из свободных или сросшихся окрашенных в разные цвета лепестков. По форме, величине и окраске лепестков венчик цветков очень разнообразен. Если все лепестки венчика одинакового размера и формы и расположены симметрично (расходятся от центра наподобие лучей), то венчик и цветок называются правильными, или актиноморфными. Через такой цветок можно провести несколько плоскостей симметрии (черемуха, яблоня). Неправильным, или зигоморфным называется цветок, через который можно провести только одну плоскость симметрии. Лепестки венчика у него различны по форме и величине (белая акация, фиалка). Цветки, через которые нельзя провести ни одной плоскости симметрии,

называются асимметричными (валериана). По форме венчик может быть колокольчатым (ландыш, колокольчик), воронковидным (вьюнок), трубчатым (подсолнечник), язычковым (одуванчик), двугубым (глухая крапива).

Тычинки в совокупности образуют андроцей цветка (от греческого слова *andros* — мужчина). Число их в цветке различно, от одной до нескольких десятков, причем число и форма тычинок являются систематическим признаком (у злаков — 3, у бобовых — 10, у лютиковых — много). Каждая тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника, редко образуются сидячие пыльники без тычиночной нити (магнолия) или пыльники недоразвиты (аистник). Пыльник состоит из двух продольных половинок, связанных друг с другом связником. Форма пыльников очень разнообразна и характерна для каждого вида растения. Каждая половина пыльника обычно разделена на 2 пыльцевых гнезда.

В пыльниках образуется пыльца, служащая для опыления. Количество пыльцы колеблется от нескольких десятков до многих тысяч зерен. Каждая пылинка имеет две оболочки — внутреннюю тонкую (интину) и наружную толстую (экзину). Экзина часто окрашена в разные цвета (желтый, белый, синеватый и др.) и имеет различные неровности в виде шипиков (сложноцветные), бугорков, сеточек (губоцветные) и т. д. Размер и форма пыльцы очень разнообразны и характерны для разных растений. Размеры пыльцы колеблются от 5 до 150 мкм. По пыльце часто определяют вид или род растений (это имеет особенно большое значение в палеоботанике). Так, у липы пыльца трехгранная, у фасоли, люцерны — круглая, у цикория — ребристая. Тычинки с недоразвитыми пыльниками — бесплодны, их называют стаминодиями.

Пестики одного цветка в совокупности составляют гинецей. Каждый пестик образуется в результате срастания одного или нескольких плодолистиков. Если пестик образован одним плодолистиком, гинецей называют простым или апокарпным, если несколькими — сложным, ценокарпным или синкарпным. Пестики могут иметь самую разнообразную форму, но почти в каждом из них выделяются завязь, столбик и рыльце. Завязь — это нижняя расширенная, полая внутри часть пестика, над завязью возвышается тонкая часть пестика — столбик, заканчивающийся рыльцем. Рыльце пестика самого разнообразного строения — в виде булавы, диска, головки, может иметь лопасти. Рыльце приспособлено для улавливания и удержания пыльцы. Если пестик или пестики занимают верхушку цвететложа, а под ними находятся тычинки и околоцветник (чашелистики и лепестки), такой цветок называется подпестичным, или с верхней завязью (рис. 22). Стенки верхней завязи образованы только плодолистиками (лютики, акация, яснотка). Когда покровы цветка и тычинки срастаются между собой и

прирастают к стенке завязи до половины, такой цветок называется околовестичным или с полунижней завязью. Если же цветок ложе, покровы и тычинки срастаются с завязью и она оказывается под свободными частями покровов и тычинок, такой цветок называют надпестичным или с нижней завязью. У нижней завязи стенки образованы не только плодолистиками, а также разросшимся цветоложем и нижними частями околоцветника и тычинок. При нижней завязи все части цветка сидят как бы на

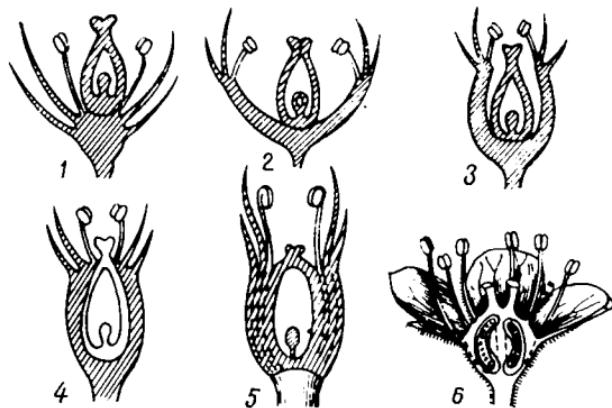


Рис. 22. Завязь:
1 — верхняя; 2, 3 — средняя; 4, 5 — нижняя; 6 — полунижняя

вершине завязи (яблоня, груша, айва, чубушник, сныть, одуванчик).

Внутри завязи образуются семяпочки (семязачатки). То место, где семяпочка прикрепляется к стенке завязи, называется семяносцем или плацентой. К плаценте семяпочки прикрепляются с помощью семяножки. Семяпочка представляет собой овальной формы тело нуцеллус с 1 или 2 покровами (интегументами). Покровы не срастаются в верхней части, образуя пыльцевход, или микропиле. По отношению к семяножке семяпочки могут быть прямые, обратные и согнутые.

Прямыми называются семяпочки, которые растут в направлении семяножки и составляют как бы ее продолжение. Они встречаются редко. Обратными считают семяпочки, которые повернуты по отношению к семяножке на 180° и растут по направлению к плаценте. Согнутыми называются изогнутые семяпочки.

Число семяпочек в завязи различное в зависимости от растения — от одной до нескольких тысяч. После процесса оплодотворения из семяпочек образуются семена растений, а завязь превращается в плод.

Цветки, в которых представлены тычинки и пестики, называются обоеполыми; если представлены только тычинки или только пестики — однополыми, тычиночными (мужскими) и пестичными (женскими). Растения с однополыми цветками, но находящимися на одном и том же растении, называются однодомными (береза, дуб, лещина, бук, кукуруза), на разных растениях — двудомными (тополь, ива, конопля).

У многих растений наряду с обоеполыми цветками бывают и однополые, такие растения называются многодомными (клен, ясень).

Около 71—78% всех покрытосемянных растений имеют обоеполые цветки, однодомные составляют 5—8%, двудомные 3—4%, остальные — многодомные.

Закономерности в строении цветков. Формулы и диаграммы. В большинстве случаев все части цветка располагаются на цветоложе мутовчато или кругами. Чаще всего цветки бывают 5-круговые: два круга околоцветника, два круга тычинок (андроцея) и один круг из плодолистиков (гинецией) — лилейные, гвоздичные, вересковые, липа, клен остролистный; 4-круговые, у которых обычно развиваются два круга околоцветника, один круг андроцея и один гинеций (пасленовые, бурачниковые). Иногда наблюдается уменьшение числа кругов (голые, однополые цветки) или увеличение их главным образом за счет тычинок.

В строении цветков проявляются определенные закономерности: правило кратных отношений и чередования кругов.

Правило кратных отношений состоит в том, что в различных кругах цветка имеется одинаковое или кратное число членов. У однодольных круги обычно 3-членные, у двудольных 5,2 или 4-членные. Отступление от этого правила часто наблюдается в круге гинеция, число его членов бывает меньше, чем в остальных кругах.

Правило чередования кругов состоит в том, что члены каждого круга чередуются с членами соседних кругов. Отступления от этого правила возникают иногда в результате выпадения какого-либо круга.

В цветках более примитивных семейств (лютиковых, магнолиевых) части цветка располагаются не мутовчато, а спирально с очень сближенными спиральями, и этих правил в строении их цветков не наблюдается.

Для краткого обозначения строения цветка используются формулы. Морфологически различные круги цветка обозначаются начальными буквами их латинских названий: *P* (перигониум) — простой околоцветник; *K* или *Ca* (каликс — calyx) — чашечка; *C* или *Co* (корола — cogolla) — венчик; *A* (андроцей) — тычинки и *G* (гинеций) — пестики.

Число членов кругов обозначают цифрой; если число членов неопределенно большое (больше 10) — знаком бесконечности ∞ ; отсутствие членов в данном круге — нулем; сращение — заключением цифры в скобки; расположение тех или иных частей цветка в несколько кругов +; завязь чертой (верхняя под цифрой членов гинеция, нижняя — над ней); актиноморфность цветка обозначается \neq ; а зигоморфность \swarrow ; однополые тычиночные ♂, пестичные ♀. Так, формула цветка лютика выглядит следующим образом:

$*K_5C_5A_\infty G^\infty$, или $Ca_5Co_5A_\infty G^\infty$ — цветок правильный, чашечка 5-листная, венчик из 5 лепестков, тычинок, плодолистиков и пестиков много, завязь верхняя.

Еще более полное представление о строении цветка дают диаграммы, которые отражают расположение членов цветка. Диаграмма — схематическая проекция цветка на плоскость, перпендикулярную его оси.

От нормальной структуры цветка наблюдаются многие отклонения, например, в сторону уменьшения или увеличения числа членов цветка (махровость цветков). Все случаи отклонения от нормального строения цветка объединяются под названием уродств или терат. Образование терат часто происходит под воздействием на растение необычных условий среды (недостатка света, избыток тепла и др.), при поражении растений насекомыми, грибами или в результате ранений.

Диаметр раскрывшегося цветка варьирует у разных растений от 0,5 мм до 1 м. Самые крупные цветки у тропических паразитных раффлезий, диаметр их достигает 1 м, масса около 9 кг, у видов лотоса диаметр 25—30 см. Самые мелкие цветки у ряски маленькой — до 0,5 мм.

Соцветия. У немногих растений цветки одиночные (мак, тюльпан, магнолия, пион, вороний глаз и др.), чаще они собраны группами на общем цветоносе, образуя соцветие (рис. 23).

Соцветия — это цветоносные побеги, на которых нет типичных срединных листьев, а имеются лишь верхушечные кроющие листья и прицветники. Соцветия очень разнообразны, но все они по типу ветвления общего цветоноса (оси) и последовательности образования цветков объединяются в 3 большие группы: моноподиальные, неопределенные, или ботрические; симподиальные, определенные, или цимозные, и смешанные.

Моноподиальные соцветия характеризуются тем, что главный цветонос заканчивается точкой роста, которую не всегда легко обнаружить. Рост соцветия идет за счет этой точки роста. Моноподиальные соцветия могут быть простые, когда цветки расположены на оси в пазухах прицветников или на цветоножках, и сложные, когда боковые оси первого порядка заканчиваются точкой роста, а цветоносы второго — третьего порядков цветком. Имеется несколько типов неопределенных соцветий:

1) кисть — на оси соцветия в обе стороны на цветоножках почти одинаковой длины располагаются цветки (черемуха, белая, акация, иван-чай, ландыш); сложная кисть со свисающими цветоносами и мелкими цветками называется метелкой (мужские соцветия кукурузы, луговик, мятыник);

2) колос — на оси соцветия располагаются сидячие или на очень коротких цветоножках цветки (подорожник, тимофеевка, лисохвост, женские соцветия березы), сложный колос — пырей;

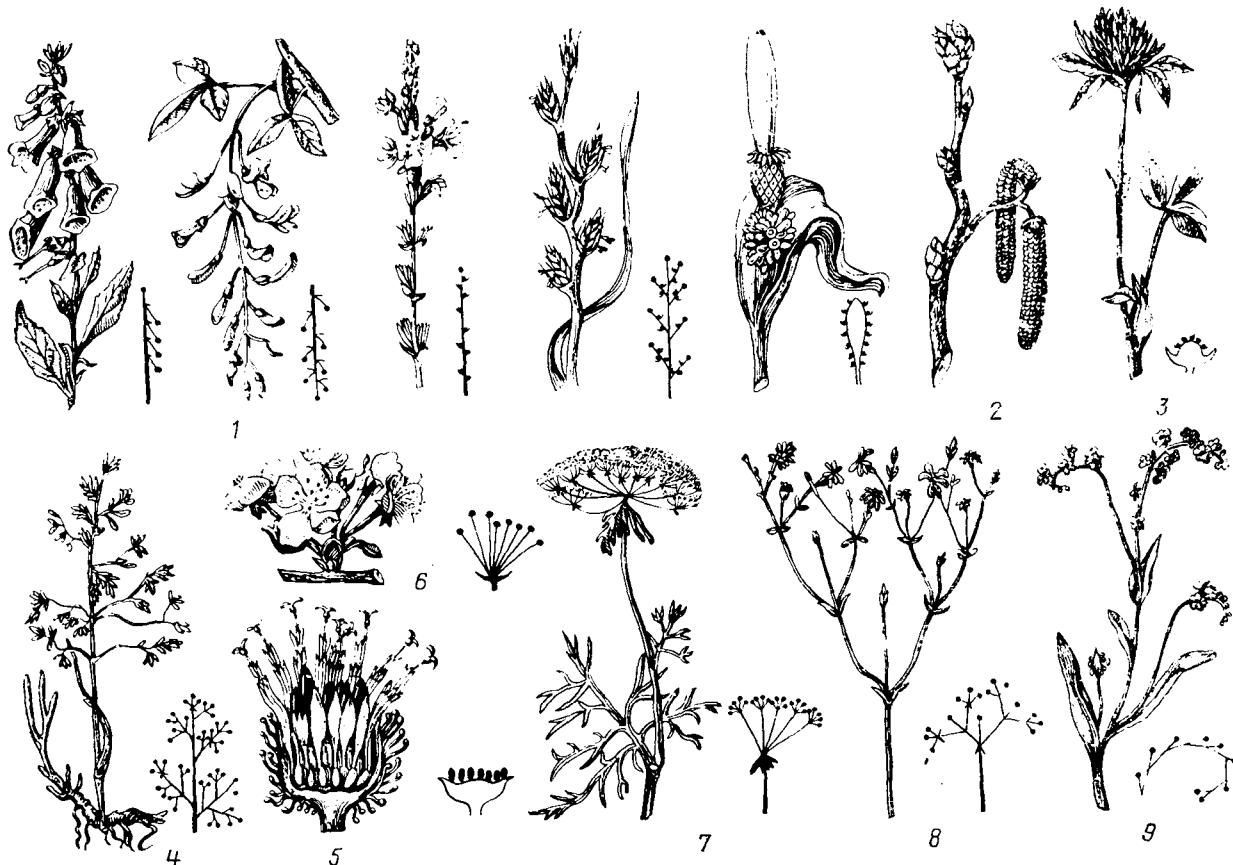


Рис. 23. Типы соцветий:

1 — кисть; 2 — сережка; 3 — головка; 4 — метелка; 5 — корзинка; 6 — простой зонтик; 7 — сложный зонтик; 8 — развилига; 9 — завиток

3) початок — ось соцветия толстая, мясистая, цветки сидячие (женские соцветия кукурузы, белокрыльник);

4) сережка — напоминает колос с поникающей гибкой осью и сидячими цветками (ива, тополь);

5) щиток — на главной оси располагаются цветки на цветоножках разной длины; в щитке все цветки находятся примерно на одном уровне (боярышник, калина, рябина);

6) зонтик — главная ось соцветия почти не выражена; все цветоножки выходят как бы из одного места (вишня, первоцвет, лук); если боковые оси заканчиваются маленькими зонтиками, образуется сложный зонтик (сныть, купырь);

7) головка — внешне напоминает зонтик, но цветки на очень коротких цветоножках (клевер, бук);

8) корзинка — главная ось укорочена, расширена, цветки сидячие, окружены обверткой из одного или нескольких рядов прицветников (золотарник, подсолнечник, ромашка и т. д.).

Симподиальные соцветия характеризуются тем, что главная ось заканчивается цветком и соцветие растет за счет боковых осей различных порядков, также заканчивающихся цветком. Различают следующие типы симподиальных соцветий:

1) развилина (дихазий) — главная ось заканчивается цветком, рост соцветия происходит за счет боковых, супротивно располагающихся осей, также оканчивающихся цветком; в результате образуется вильчаторазветвленное соцветие (звездчатка, гвоздика и др.);

2) извилина — главная ось заканчивается цветком, соцветие растет за счет боковых, располагающихся очередно в обе стороны осей, заканчивающихся цветком (гравилат, лютик);

3) завиток — боковые оси направлены в одну сторону и заканчиваются цветком (медуница, окопник, незабудка);

4) плейохазий, или ложный зонтик (молочай).

У некоторых растений образуются смешанные соцветия: щиток — корзинка, кисть — развилина и др. Например, у тысячелистника — корзинки собраны в щиток, у сирени развилины собраны в кисть и т. д.

Число цветков в соцветиях варьирует от немногих до десятков тысяч (агавы, некоторые виды пальм). Величина соцветий различна: диаметр от 2—3 см до 12 м, высота 14 м (у пальм).

Благодаря соцветиям мелкие цветки становятся хорошо заметными издали насекомым-опылителям, а в случае ветроопыления облегчается улавливание пыльцы, разносимой воздушными потоками. Формирование соцветий разных типов в процессе эволюции растений рассматривается как одна из форм приспособления к перекрестному опылению.

Особенность цветения голосемянных растений на примере хвойных. Хвойные породы — наиболее распространенные представители голосемянных растений. У хвойных с превращением

Рис. 24. Сосна обыкновенная.

1 — женская шишка; 2 — мужской колосок

вегетативных апикальных меристем в репродуктивные начинается формирование стробилов (шишек), условно цветков, которые выполняют те же функции, что и гомологичные им цветки покрытосемянных растений. Мужские цветки — шишки, или микростробилы, состоят из многочисленных тычинок, расположенных на оси шишки по спирали (рис. 24). Тычинки имеют вид чешуек (микроспорофилл), на нижней стороне которых расположены 2 пыльника (микроспорангия). В пыльниках из археспория после редукционного деления образуются сначала микроспоры, а затем пыльца. После цветения пыльники опадают. Женские цветки — шишки, или мегастробилы, состоят из оси, на которой по спирали расположены мегаспорофиллы — семенные чешуи, сидящие в пазухах кроющих чешуй. В основании мегаспорофиллов развивается по 2 семяпочки (мегаспорангия). В результате редукционного деления археспория образуется мегаспора (зародышевой мешок).

Переход к цветению у растений. Половой процесс включает несколько последовательных этапов — подготовку к нему, образование половых клеток гамет, оплодотворение и развитие зародыша.

Переход к половому размножению у растений связан с изменениями физического состояния растений и их морфологического строения. У голосемянных и цветковых (покрытосемянных) растений половой процесс протекает различно, хотя имеется много общего. Начинается он с приобретения готовности к цветению и формирования репродуктивных органов, т. е. с превращения вегетативных апикальных меристем в репродуктивные.

У однолетних растений цветки и семена образуются в год прорастания семян, у многолетних травянистых растений — в год образования надземных побегов, у древесных же растений переходу к первому цветению предшествует несколько лет вегетативного роста как подземных, так и надземных органов.

Переход к цветению определяется генотипом, почему в сходных условиях разные виды начинают цвести в разном возрасте. Однако возраст начала цветения у деревьев каждого вида



зависит от географического положения, светолюбия, условий произрастания. На свободе деревья одного вида в одинаковом возрасте начинают цвести раньше, чем в сомкнутом древостое. Так, сосна обыкновенная на свободе начинает цвести в 10—20 лет; в сомкнутом насаждении в 20—40 лет, ель европейская на свободе в 15 лет, в насаждении — в 30—50 лет, береза повислая на свободе в 10—15 лет, в насаждении — в 10—30 лет, дуб черешчатый на свободе в 20—30 лет, в насаждении в 40—50 лет. Светолюбивые растения приступают к цветению раньше (лиственница, сосна обыкновенная), чем теневыносливые (ольха, пихта). Сосна обыкновенная на севере лесной зоны в сомкнутых насаждениях начинает образовывать семена в 40—50 лет, а на юге ареала — в 20—30 лет.

Условия, способствующие переходу растений к цветению, еще недостаточно изучены. Появлению способности перехода к цветению определенная роль принадлежит почвенно-грунтовым условиям (богатство почвы, неравнозначность отдельных элементов минерального питания, высокое содержание азота в почве стимулирует вегетативный рост и задерживает цветение, степень увлажнения почвы), а также световому и температурному режимам. Большое значение имеет фотопериодическая реакция — реакция растений на соотношение длины дня и ночи.

По типу фотопериодической реакции растения чаще всего делят на три группы: длиннодневные — не нуждающиеся в темноте для перехода к цветению, короткодневные — зацветающие только при безсветовом промежутке не менее 10—12 ч в течение суток и нейтральные — не обладающие фотопериодической чувствительностью. Подобно травянистым растениям, некоторые древесные виды южного происхождения для образования цветков нуждаются в коротком дне (виды акаций), а северные — в длинном (вяз шершавый, смородина красная, розы). Сосны фотопериодически нейтральны.

Наибольшим признанием пользуется гормональная теория цветения. Согласно этой теории переход к цветению вызывается действием на вегетативные меристемы специфических гормонов цветения — веществ, образующихся в листьях в небольших количествах и способных передвигаться по растению.

Перестройка вегетативных апикальных меристем на продуктивные, которые формируют зачатки цветков, соцветий или стробилов у разных видов древесных растений осуществляется в разное время (летом, осенью или весной). Растения, у которых переход к цветению происходит летом, к осени обычно имеют цветочные почки с хорошо развитыми зачатками цветков или стробилов и начинают цвести ранней весной (хвойные, ольха, ивы, тополя, березы, клен остролистный, ясень, лещина). У дуба черешчатого в летний период образуются зачатки тычиночных соцветий, а для образования женских, пестичных, цвет-

ков требуется период с пониженными температурами, поэтому завершается он весной.

У липы, розы морщинистой цветочные зачатки образуются ранней весной в тот же вегетационный сезон, когда происходит цветение.

§ 6. ОПЫЛЕНИЕ

Типы опыления и приспособления к ним у растений. С цветением у растений связано опыление. Под опылением понимают процесс переноса пыльцы из пыльников тычинок на рыльце пестика или пыльцевход семяпочки (семязачатка) с последующим ее прорастанием, оплодотворением яйцеклетки и образованием семян.

У растений различают два основных типа опыления: перекрестное (ксеногамия) и самоопыление (автогамия). Перекрестное опыление распространено шире, чем самоопыление.

Перекрестное опыление, или ксеногамия. При перекрестном опылении пыльца из пыльников переносится на рыльце пестика цветка другой особи того же вида. Во время перекрестного опыления соединяются наследственно разнородные гаметы, происходит смешение признаков двух родителей и возможно возникновение у потомства новых признаков, поэтому получается потомство более жизнеспособное, чем при самоопылении, с большей амплитудой изменчивости и приспособляемости к различным условиям существования. Перекрестное опыление закрепилось в растительном мире естественным отбором и стало господствующим.

Опыты Ч. Дарвина показали, что семена, возникшие после перекрестного опыления, крупнее, лучше прорастают, дают более рослое и сильное потомство. Причем, чем больше отличались условия, в которых развивались отцовские и материнские растения, тем лучше получались результаты от скрещивания.

Для обеспечения перекрестного опыления и устранения самоопыления у растений имеется ряд приспособлений.

В случае обоеполости цветков наблюдаются:

1) автостерильность или самобесплодность, неспособность пыльцы прорастать на рыльце пестика того же самого цветка; проявляется у большинства сортов яблони, груши, вишни, некоторых орхидных;

2) неодновременное созревание тычинок и пестиков (дихогамия); дихогамия выражена в двух формах; протероандрия: в обоеполом цветке пыльники созревают раньше пестиков; распространена довольно широко и наблюдается у видов семейства бобовых, гвоздичных, гераниевых, сложноцветных, зонтичных; протерогиния: в обоеполом цветке пестики созревают раньше тычинок; встречается реже и наблюдается у крестоцветных, розоцветных, злаков;

3) такое расположение тычинок и пестиков, при котором пыльца не может попасть на рыльце пестика того же самого цветка (вероника, губоцветные);

4) гетеростилия (разностолбчатость), когда у одних особей в цветках образуются длинные столбики, превышающие длину тычинок, у других в цветках столбики короткие, а тычинки длинные (примула, медуница).

Приспособлением к перекрестному опылению является образование однополых цветков (береза, дуб, орешник, кукуруза, ива, тополь).

Как разновидность перекрестного опыления выделяют со-седнее опыление (гейтеногамия), когда пыльца попадает на рыльце пестика другого цветка, того же самого растения или другого растения, но одного клона (осина).

Перекрестное опыление может происходить не только между особями одного вида, но и между разными видами и разновидностями. В этом случае происходит скрещивание, или гибридизация, которая приводит к образованию половых гибридов с смешанной наследственностью.

В естественных условиях легко скрещиваются и дают жизненное потомство ивы, тополя, березы, осоты, некоторые кре-стоцветные. Гибридизация — один из путей образования новых видов. Путем скрещивания получены многие ценные сорта культурных растений. Техника гибридизации лесных деревьев мало отличается от приемов, применяемых в садоводстве. Подбирают родительские пары, чаще всего родственные в систематическом отношении и с полезными для человека свойствами. Пыльцу с одного растения (мужского) переносят на рыльце пестика другого (женского), после чего надевают изоляционный мешочек для защиты от заноса чужой пыльцы.

Пионерами в области разработки методов гибридизации древесных пород и размножения гибридного потомства в Советском Союзе являются В. Н. Сукачев, Н. П. Кобранов и их ученики А. М. Березин, П. Л. Богданов, Н. В. Дылис, Л. Ф. Правдин и др., а также А. С. Яблоков, С. С. Пятницкий, А. В. Альбенский и др.

Самоопыление, или автогамия. При самоопылении пыльца из пыльников переносится на рыльце пестика того же самого цветка. У одних растений самоопыление является единственным видом опыления и происходит обязательно, у других лишь в тех случаях, если не произойдет перекрестного опыления.

Ч. Дарвин считал, что самоопыление не основное, а вынужденное средство воспроизведения растениями семян при отсутствии условий для перекрестного опыления; приспособления, обеспечивающие перекрестное опыление, были приобретены в процессе эволюции раньше, чем приспособления для самоопыления..

Самоопылению способствует обоеполость цветков с близким расположением тычинок и пестиков. У ряда растений самоопыление осуществляется тогда, когда цветок находится еще в стадии бутона или колос находится в листовой трубке. Это наблюдается у многих культурных злаков (пшеница, рис, овес, ячмень), у бобовых (горох, фасоль), у многих сорных растений с мелкими невзрачными цветками из семейства крестоцветных, гвоздичных и др. У некоторых растений (фиалка, копытень, недотрога, кислица, орхидея) наряду с нормально окрашенными раскрывающимися цветками имеются мелкие, невзрачные, не-раскрывающиеся, так называемые клейстогамные цветки (клейстос — замкнутый).

Часто нормальные и клейстогамные цветки сменяют друг друга при разных условиях вегетации. Например, у фиалки в широколиственных лесах ранней весной цветут только нормальные цветки. Когда листья на деревьях распускаются и в лесу появляется тень, зацветают клейстогамные цветки, дающие семена и плоды путем самоопыления. Клейстогамия представляет собой приспособление к размножению и образованию семян на случай, если открытые цветки по какой-нибудь причине (глубокая тень, отсутствие опылителей, заморозки и т. д.) семян не принесут. Клейстогамные цветки являются как бы гарантией в образовании семян у растений вне зависимости от условий опыления.

У некоторых растений самоопыление происходит лишь в тех случаях, если не произошло перекрестного опыления. Это наблюдается у зонтичных, колокольчиков, грушанок. Многие растения при самоопылении вообще бесплодны (рожь, капуста, люцерна, красный клевер, табак и др.).

Хотя самоопыление и распространено, у многих культурных и диких растений преобладает перекрестное опыление.

Посредники опыления. При перекрестном опылении перенос пыльцы из пыльников на рыльце пестика может совершаться насекомыми, ветром, водой. Согласно современным представлениям первичные покрытосемянные были энтомофильными (насекомоопыляемыми) растениями и имели обоеполый цветок с развитым околоцветником. Анемофilia (ветроопыление), сопровождавшееся редукцией околоцветника, а также раздельнополость цветков возникли на более поздних этапах эволюции (Тахтаджян, 1961).

В настоящее время энтомофilia у покрытосемянных — наиболее распространенный способ опыления. Основными переносчиками пыльцы являются пчелы, шмели, осы, бабочки, мухи, жуки, муравьи. Замечено, что в дождливую погоду, когда лёта насекомых нет, наблюдается обильный пустоцвет.

Ч. Дарвин при изучении опыления у орхидей установил, что поразительное разнообразие формы околоцветника у этих растений не случайно, а связано с перекрестным опылением. У

каждого вида орхидей форма околоцветника соответствует особенностям строения тела и поведения насекомых того вида, которые производят опыление. Им была выявлена взаимная зависимость растений и насекомых-опылителей. Посещая цветки, насекомые добывают себе пищу или откладывают в цветках яички и, перелетая с цветка на цветок, невольно переносят пыльцу и производят опыление.

У растений имеется ряд приспособлений для привлечения насекомых. Многие цветки вырабатывают нектар, который служит пищей насекомым. Нектар — это сахаристая жидкость, на 25—95% состоящая из воды и от 3 до 72% из глюкозы и тростникового сахара. Выделяется он из особых железок — нектарников, имеющих различную форму (плоскую, вогнутую, выпуклую) и расположенных в глубине цветка. Проникая к нектарнику, насекомые вымазываются пыльцой и, перелетая с цветка на цветок, переносят ее. Некоторые растения (мак, ветреница, шиповник) насекомые посещают ради пыльцы, которую используют в пищу.

Пыльца у насекомоопыляемых растений крупная, и на поверхности ее имеются различные шипики, бородавочки, выросты, часто она клейкая — все это приспособления, облегчающие удержание ее на теле насекомого.

Цветки насекомоопыляемых растений имеют ярко окрашенный венчик, делающий их заметными для насекомых. Мелкие цветки обычно собраны в соцветия (зонтичные, сложноцветные). Иногда ярко окрашен не только венчик, но и верхушечные листья в соцветиях или оси соцветий (синеголовник, шалфей, молочай).

Большое значение имеет запах цветков, зависящий от выделения различных эфирных масел. Он ориентирует насекомых при разыскивании цветков. Такие растения, как боярышник, спирея, крушина, бузина, клен издают неприятный запах, их посещают и опыляют мухи. Мотыльковые опыляются пчелами, шмелеми, осами. Цветки, подобные лютикам, не специализированы в приспособлениях к опылению только одним определенным насекомым. Цветок лютика посещают различные насекомые: маленькая ночная бабочка ради пыльцы, большинство других насекомых ради нектара.

По мере эволюционного совершенствования цветки специализировались для опыления определенными видами насекомых.

Яблоня, груша, вишня, слива опыляются преимущественно пчелами. У некоторых растений цветки приспособлены для опыления только определенными насекомыми и при перенесении их в другие природные условия оказываются бесплодными из-за отсутствия насекомых-опылителей. Так, яблоня была бесплодна в Австралии до тех пор, пока не привезли пчел. В Новой Зеландии клевер луговой при введении его в культуру почти не давал семян. Причиной было отсутствие насекомых-опылителей —

шмелей. Когда они были ввезены, семенная продуктивность и распространение клевера значительно увеличились.

У шалфея (*Salvia*) из семейства губоцветных венчик двугубый с трубкой. Верхняя губа из 2 сросшихся лепестков, в зогнутой внутренней части ее скрыты 2 тычинки и столбик. Нижняя губа из 3 сросшихся лепестков служит как бы посадочной площадкой для пчел. В трубке венчика находятся завязь пестика и нектарники. Специфическое строение имеют пыльники их тычинок. Каждый пыльник состоит из 2 половинок, отделенных друг от друга. Нижняя половинка пыльника стерильна и не содержит пыльцы. Обе половинки соединены связником, который изогнут так, что прилегает к вогнутой поверхности верхней губы венчика. Связник подвижно соченен с тычиночной нитью и при ударе, толчке нижней половины пыльника связник начинает качаться, и верхняя фертильная половина пыльника опускается вниз. Пчела, севшая на нижнюю губу венчика, просовывает голову в трубку венчика за медом из нектарников на дне трубки. Нижняя стерильная половина пыльника загораживает вход в трубку, пчела ее толкает, а верхний пыльник обсыпает спинку насекомого пыльцой. Столбик в это время еще не готов к восприятию пыльцы (так как у них наблюдается протерандрия). В более старых цветках, где пыльцы уже нет, столбик удлиняется и загибается вниз, и при посещении цветка пчелой касается спинки насекомого.

Строение цветков рода *Aconitum* (борец) приспособлено к строению тела и ротовых частей шмелей. Область распространения этого рода совпадает с областью распространения шмелей. К. Даддингтон (1972) описывает опыление у ракитника (*Sarothamnus scoparius*), обычного для флоры Англии, но подобный же механизм опыления наблюдается и у ракитника русского (*Chamaecytisus ruthenicus*). Цветок ракитника имеет строение характерное для мотыльковых. Верхний лепесток у него крупный, расположен вертикально и называется флагом или парусом, два боковых лепестка — веслами или крыльями, а два нижних соединены друг с другом, образуя лодочку, которая окружает андроцей и гинецей. Края лепестков лодочки сочленяются с краями лепестков — крыльев. Андроцей образован 10 тычинками, из которых 5 длинных и 5 коротких. Гинецей состоит из 1 плодолистика с длинной завязью.

Тычинки и столбик спрятаны внутри лодочки и находятся в состоянии сильного напряжения. Когда насекомое, чаще всего шмель, садится на крылья цветка, то нарушается сочленение между лодочкой и крыльями и лепестки лодочки разъединяются. По мере разделения лепестков лодочки освобождаются сначала 5 коротких тычинок, которые ударяют шмеля по брюшку, выбрасывая на него пыльцу, затем освобождаются столбик и длинные тычинки, высывающие пыльцу на спинку шмеля. Если шмель побывал на другом цветке ракитника, то

рыльце воспринимает принесенную пыльцу. Этот взрывной механизм не обратим, в открывшуюся лодочку тычинки и пестик не возвращаются и не происходит обратного сочленения лодочки с лепестками крыльев. По брезвально висящим лепесткам можно определить опыленные цветки.

Необычно приспособление к опылению насекомыми у инжира, который опыляется осой. «Цветок» инжира на самом деле представляет собой соцветие грушевидной формы с отверстием наверху, внутри которого находятся однополые цветки. Первое цветение инжира происходит ранней весной. В узкой части соцветия мужские цветки, ниже недоразвитые с одной семяпочкой женские (галловые). Самки ос проникают в соцветия и откладывают по одному яичку в семяпочку женских цветков. У недоразвитых женских цветков длина столбиков равна длине яйцеклада бластофаги (осы). Развившиеся из яиц самцы проводят всю жизнь внутри соцветия, став взрослыми они ищут цветки с самками, проделывают отверстие в завязи, оплодотворяют самок, после чего умирают, так и не покидая соцветия. Самки выходят из соцветия и по пути обсыпаются пыльцой.

К этому времени созревает первый урожай горьких несъедобных плодов. Самки ос летают мало, они ползают по ветвям дерева в поисках соцветий, образующихся во второй период цветения. Соцветия, образующиеся поздней весной, содержат только женские цветки, нормально развитые и способные давать семена, и редуцированные мужские цветки, в которые осы не откладывают яички, так как столбики пестиков этих цветков значительно длиннее яйцеклада осы. Поэтому она не может отложить яички в завязь, но опыляет их, и осенью созревают плоды. Пока это происходит, начинается третье цветение, когда образуются в соцветиях недоразвитые женские цветки, где осы откладывают яички. Личинки здесь перезимовывают, а весной снова начинается весь цикл развития. От дикого инжира возникли культурные сорта инжира, они опыляются теми же осами.

Жимолость, душистый табак опыляются ночными бабочками. Трубочка венчика гвоздичных настолько длинна, что достать нектар могут только бабочки с длинными хоботками.

Некоторые растения опыляются цветочными мухами, например вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*). Жуками опыляются многие цветки растений тропиков (магнолия, водяные лилии). В тропических странах (Бразилия, Южная Африка, Австралия) распространено опыление птицами — колибри, цветочницами, медоносами. Для цветков, опыляемых птицами, характерны яркая окраска, отсутствие запаха, прочное строение и обилие водянистого нектара.

У растений, погруженных в воду, таких, как роголистник, морская трава, наяда, пыльцу переносит вода.

Анемофильные (ветроопыляемые) растения составляют около 10—15% всех семенных растений. Ветроопыление свойственно главным образом растениям, образующим значительные группы. К ним относятся большинство древесных растений (все хвойные, береза, ольха, тополь, вяз, дуб, лещина и др.), почти все злаки, осоки, крапива, подорожник. При опылении с помощью ветра невозможен какой-либо направленный перенос пыльцы, как это наблюдается при опылении насекомыми. В этом случае проявляется действие законов случайности, зависимость успеха опыления от состояния воздушной среды. В результате действия в эволюционном процессе одинаковых факторов отбора у анемофильных растений разных филогенетических групп наблюдается сходство в строении их reproductive органов.

Листопадные ветроопыляемые деревья цветут до или во время распускания листьев, так как развитая листва снижает скорость воздушных потоков в кронах и препятствует разносу пыльцы. До появления листьев цветут ясень, ольха, вязы, осина. Одновременно с распусканьем листьев — береза, дуб, бук, листенница. Ветроопыляемые кустарники подлеска цветут не только до распускания собственной листвы, но и раньше распускали листья на деревьях (лещина обыкновенная). Раннее цветение листопадных деревьев сопряжено с опасностью повреждения их цветков весенними заморозками.

Вечнозеленые хвойные (сосна, ель, пихта) цветут в конце весны (конец мая — начало июня), когда цветение листопадных ветроопыляемых растений уже закончено.

Приспособления к ветроопылению проявляются в строении цветков, их расположении в кроне и в строении пыльцы.

Цветки ветроопыляемых растений обычно невзрачные, мелкие, без околоцветника (ясень, дуб, ива, тополь) или со слабо выраженным околоцветником, так как он препятствовал бы опылению. Пыльники на длинных, легко раскачиваемых тычиночных нитях. Пестики — с волосистыми, перистыми рыльцами, чем облегчается улавливание пыльцы. Женские цветки у двудомных растений чаще располагаются по периферии и вверху кроны на концах побегов.

У ветроопыляемых растений образуется огромное количество мелкой, легкой, сухой пыльцы. Одна тычинка ясеня образует до 12,5 тыс. пылинок, сережка лещины — 4 млн., метелка кукурузы до 50 млн. пылинок. Цветки одного соцветия образуют у клена — 25 000 000, у березы — 5 450 000, у лещины — 3 930 000, у дуба — 1 250 000 шт. пыльцевых зерен. Пыльца способна разноситься на очень большие расстояния. Так, в Новой Зеландии находили пыльцу орешника, ольхи, березы и других растений, которая могла попасть туда из мест, отстоящих на 400 км. У берегов Скандинавии на судах, находившихся за 30—55 км от берега, обнаруживали пыльцу хвойных и березы.

7. ОПЛОДОТВОРЕНIE

Процесс оплодотворения у голо- и покрытосемянных растений. Обычно за опылением у большинства растений следует оплодотворение яйцеклетки и образование семени — органа размножения всех семенных растений. Иногда же между опылением и оплодотворением проходит большой промежуток времени. У бука — 3 недели, у берез и у дуба не меньше месяца, у ольхи — 1,5—2 месяца, а у сосны обыкновенной — год.

Процесс оплодотворения сложен, но сущность его заключается в слиянии двух половых клеток — гамет (мужской и женской), в результате чего образуется новая клетка — зигота, из которой развивается зародыш нового организма.

Процесс оплодотворения у голосемянных, куда относятся хвойные лесообразователи, был описан в 1880 г. проф. Московского университета И. Н. Горожанкиным. У сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* на 30—40-м году жизни на одном и том же дереве образуются мужские и женские стробили (шишки «колоски»). У основания молодых побегов располагаются мужские микростробили, состоящие из микроспорофиллов, на нижней стороне которых находится два микроспорангия. Внутри микроспорангии в результате редукционного деления археспория из каждой материнской клетки образуется по 4 одноядерных гаплоидных микроспоры.

Микроспоры начинают прорастать внутри микроспорангия. Содержимое их делится, в результате чего образуется вегетативная клетка, антеридиальная, и 2—3 проталиальные клетки, которые у сосны сильно дегенерируют (проталиальные клетки рассматривают какrudимент антеридия). Все эти клетки находятся под общей оболочкой микроспоры и вместе образуют пыльцу. При созревании пыльца разносится ветром. Пыление у сосны происходит в мае — начале июня. На верхушках молодых побегов образуются женские шишки — в молодом состоянии красноватые. На оси шишки расположены два рода чешуй. Наружная бесплодная кроющая и внутренняя семенная, в основании верхней стороны которой, обращенной к оси, находятся две семяпочки, или два семязачатка. Каждая семяпочка состоит из нуцеллуса и покрова (интегумента), не срастающегося в верхней части, образуя пыльцевход, или микропиле. Археспорий представлен одной клеткой. В результате редукционного деления (мейоза) из нее образуется колонка из 4 гаплоидных мегаспор (макроспор), но 3 исчезают, а нижняя дает начало зародышевому мешку (единственная крупная мегасpora).

Развитие мегаспоры происходит внутри семяпочки. Увеличиваются размеры зародышевого мешка. Ядро его делится многократно, и полость становится многоядерной. К моменту пыления сосны внутри семяпочки имеется многоядерный зародыш-

вый мешок. В период опыления на пыльцевходе семяпочки выделяется капля экскрета, которая улавливает пыльцу. При его поглощении пыльца втягивается в пыльцевход на нуцеллус семяпочки. отверстие смыкается, а пыльца долгое время, иногда целый год лежит в состоянии покоя. Весной следующего года в зародышевом мешке возникают клеточные перегородки, образуется многоклеточная ткань — эндосперм. На эндосперме ближе к пыльцевому входу образуются два архегония, содержащие яйцеклетку.

К этому времени начинает прорастать пыльца. Вегетативная клетка вытягивается в трубку, которая прорастает через нуцеллус семяпочки и подходит к зародышевому мешку. По пыльцевой трубке перемещается антеридиальная клетка, которая делится на две мужские гаметы. Одна из них проникает к яйцеклетке архегония и сливаются с ней. Происходит оплодотворение. Из зиготы развивается зародыш, погруженный в ткань эндосперма. После оплодотворения семяпочка превращается в семя. Созревание семян у сосны обыкновенной происходит к концу второго лета.

Процесс оплодотворения у покрытосемянных характерен тем, что в пыльниках тычинок в результате редукционного деления клеток археспория образуются одноядерные микроспоры. Через некоторое время они делятся на две неравные по величине клетки, которые находятся под одной оболочкой микроспоры. Клетка большего размера называется вегетативной, меньшего — генеративной. Из одноядерных образуются двухъядерные клетки — пыльцевые зерна, пылинки. Пыльца богата жирами, сахарами, минеральными солями, белками, витаминами.

В виде двух клеток пыльца попадает на рыльце пестика. В воздушносухом состоянии пыльца многих растений сохраняет жизнеспособность в течение длительного времени. Ее прорастание зависит от жизнеспособности рыльца пестика, которое способно воспринимать пыльцу в течение сравнительно короткого времени (2—4 дня).

В завязи пестиков образуются семяпочки. Одна из клеток нуцеллуса семяпочки дифференцируется как материнская. Она делится 2 раза и образует ряд из 4 расположенных друг над другом клеток. Три верхние вскоре отмирают, а нижняя увеличивается и становится клеткой зародышевого мешка. Ядро этой клетки делится трижды, в результате чего возникает 2 группы по 4 ядра в каждой. Из ядер, которые расположены у микропилярного конца зародышевого мешка, образуется яйцовой аппарат, состоящий из яйцеклетки, 2 синергид и верхнего ядра. Из ядер, находящихся у халазного (противоположного) конца зародышевого мешка, образуются 3 антиподы и нижнее ядро. Этот «нормальный» 8-ядерный тип зародышевого мешка характерен для большинства покрытосемянных, но имеются случаи,

когда зародышевый мешок имеет большее или меньшее количество ядер (у некоторых злаков число антипод до 60, а у бамбука до 300). Нижнее и верхнее ядро сливаются, и возникает 1 вторичное ядро зародышевого мешка.

Вокруг 3 ядер в каждой группе обособляется протоплазма и образуются голые клетки. Три клетки у семяхода составляют яйцевой аппарат, он образован крупной женской половой гаметой — яйцеклеткой, 2 другие клетки — синергиды, или клетки-спутницы. Образовавшиеся на противоположном конце зародышевого мешка 3 клетки называются антиподами. К моменту оплодотворения в зародышевом мешке имеется 7 голых клеток — яйцеклетка, 2 синергиды, 3 антиподы и вторичное диплоидное ядро зародышевого мешка.

Пыльца, попавшая на рыльце пестика, под влиянием различных веществ, выделяемых рыльцем пестика, прорастает. Внутренняя оболочка пыльцы. (интина) вытягивается через поры в наружной оболочке в виде пыльцевой трубочки. Пыльцевая трубка внедряется в рыльце пестика, проходит по столбiku к завязи и по стенкам завязи подходит к семяходу семяпочки. Рост пыльцевой трубки к зародышевому мешку может направляться двумя способами — хемотропическим путем (когда зародышевый мешок выделяет специфические сигнальные вещества, побуждающие рост пыльцевой трубки по направлению к нему) или механическими препятствиями. Во время роста пыльцевой трубки ядро вегетативной клетки рассасывается и исчезает, а генеративная клетка пылинки делится на 2 мужские гаметы — спермин (иногда они образуются еще до прорастания пыльцы).

В зародышевом мешке конец пыльцевой трубки лопается, и спермин попадают внутрь, один из них сливаются с яйцеклеткой, другой — со вторичным ядром зародышевого мешка. Слияние это происходит почти одновременно. Этот процесс называется двойным оплодотворением, оно свойственно только покрытосемянным растениям. Открытие и описание его принадлежит русскому ученому С. Г. Навашину.

Оплодотворенная яйцеклетка превращается в зиготу, которая сразу или после некоторого периода покоя начинает делиться, образуя зародыш. Вторичное (диплоидное) ядро после оплодотворения становится триплоидным. Оно энергично делится и превращается в питательную ткань — эндосперм.

Синергиды и антиподы после процесса оплодотворения исчезают, роль их окончательно еще не выяснена. Возможно, что синергиды — секреторные органы играют важную роль в привлечении пыльцевых трубок к зародышевому мешку и в растворении оболочки пыльцевой трубки и высвобождении ее содержимого с помощью вырабатываемых ими ферментов.

Е. Н. Герасимова-Навашина и С. Н. Коробова (История биологии, 1975) пришли к выводу, что в функции синергид вхо-

дит также обеспечение более точного проникновения спермииев в зародышевый мешок.

Вся семяпочка после процесса оплодотворения превращается в семя. Из ее покровов образуется оболочка семени. Завязь пестика превращается в плод.

§ 8. СЕМЯ

Происхождение, строение и функции частей семени. Семена — орган размножения всех семенных растений. Они отличаются своей формой, величиной и окраской. Из растений, встречающихся в СССР, наиболее крупные семена имеют дуб, кон-

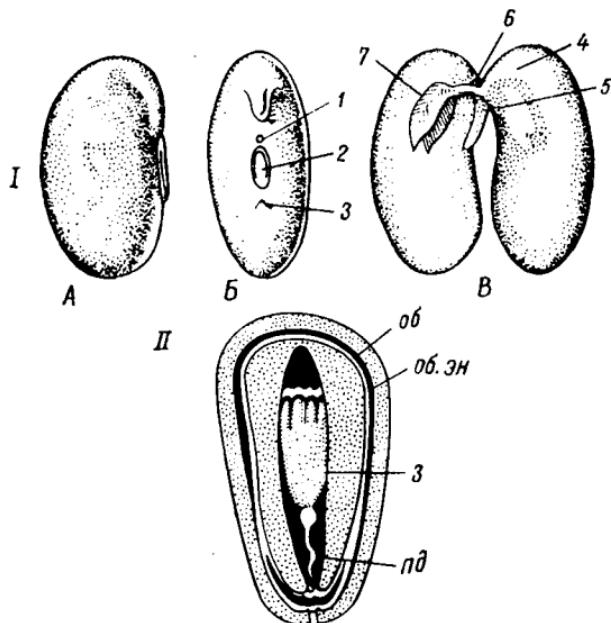


Рис. 25. Семя:

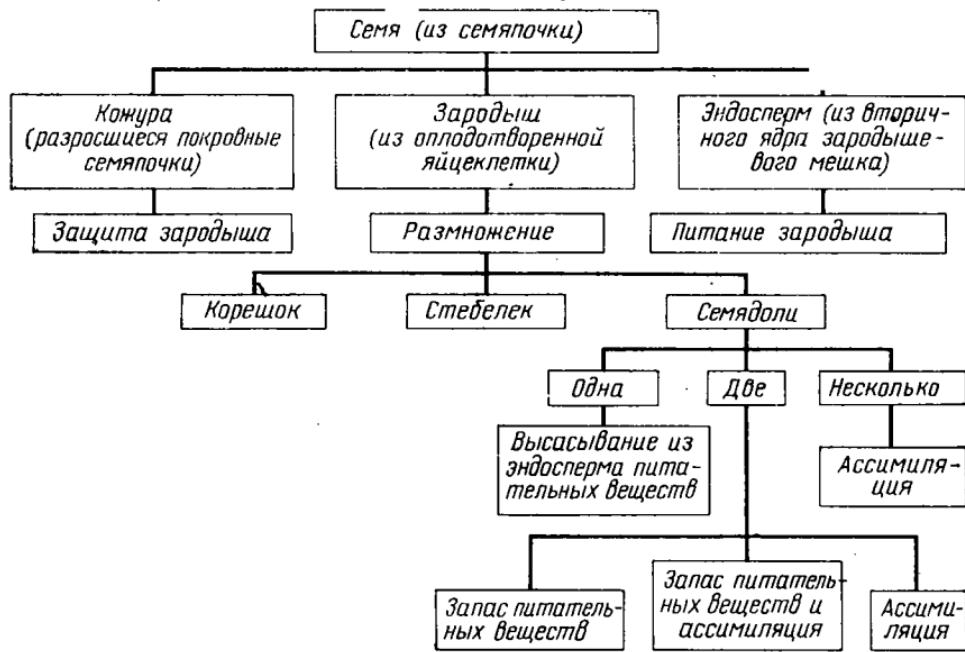
I — семя фасоли: А — сбоку; Б — со стороны рубчиков; В — разделенное на две семядоли; 1 — микропиле; 2 — рубчик; 3 — семяшов; 4 — семядоля; 5 — корешок зародыша; 6 — стебелек; 7 — настоящие листочки; II — семя кедровой сосны в разрезе: об — твердая оболочка семени с семявходом внизу; об.эн — оболочка эндосперма в виде пленки; 3 — зародыш; под — подвесок

ский каштан, фасоль; масса их семян достигает 15 г. Семена кокосовой пальмы имеют массу до 1 кг, а пальмы сейшельской — до 15 кг. Очень мелкие семена у грушанок и орхидных, в 1 г их насчитывается до 500 тыс. семян; у тополя в 1 г — до 6000 семян. Несмотря на внешнее разнообразие, каждое семя состоит из кожуры, зародыша и определенного количества запасных питательных веществ (рис. 25), идущих на питание зародыша и проростка (см. схему).

Кожура семени представляет собой видоизмененные покровы семяпочки. Она защищает семена от высыхания и возможных механических повреждений, может быть деревянистой (у кедровых сосен, пальм), пленчатой (у зерновки злаков), кожистой (у сосны, гороха).

Зародыш семени развивается из оплодотворенной яйцеклетки. Он состоит из корешка, обращенного всегда к семя входу, зародочного стебелька (подсемядольное колено, или ги-

Происхождение, строение и функции частей семени



покотиль), семядолей — первых листьев зародыша и почечки. Почека состоит из конуса нарастания и зачатков листьев.

Число семядолей колеблется у зародыша от 1 до 10—12; у хвойных (сосна, ель, пихта) от 6 до 12; у однодольных покрытосемянных 1, у двудольных 2. Однако у двудольных могут быть отклонения как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения числа семядолей до 3—5. Чаще происходит уменьшение семядолей до 1, так называемая ложнооднодольность. Она широко распространена у зонтичных, лютиковых.

Семядоли выполняют несколько функций и имеют большое значение не только на первых этапах жизни растения, но и в последующих процессах формообразования. У одних растений (все хвойные, фасоль, клен, липа) семядоли являются первыми ассимилирующими органами проростков. При прорастании семени они выносятся на поверхность и зеленеют. У ели и пихты

семядоли функционируют 3—4 года, у клена, липы — 1. У других растений (дуб, орешник, горох) семядоли служат хранилищем различных питательных веществ (крахмала, масла, белка) и имеют вид крупных мясистых тел, и при прорастании семян они остаются в земле.

Семядоли иногда вырабатывают и подают растению химические вещества, регулирующие репродуктивную деятельность растения. Так, повреждение семядолей у хлопчатника сопровождается уменьшением плодоношения, вплоть до полного бесплодия. Поэтому при прореживании очень важно не повредить семядоли.

Каждое семя содержит определенное количество запасных питательных веществ. Чаще всего они откладываются в специальной ткани — эндосперме. В процессе развития зародыша эндосперм потребляется им и к моменту созревания семян может быть частично или полностью израсходован. Поэтому различают семена с эндоспермом и без него. Эндосперм имеется в семенах злаков, хвойных, лилейных, пасленовых, зонтичных и т. д. Не имеют эндосперма семена бобовых, тыквенных, розоцветных, сложноцветных. В таком случае запасные питательные вещества, необходимые для питания проростков, сосредоточены в семядолях зародыша или перисперме (семена маревых, гвоздичных). Перисперм — это часть нуцеллуса семяпочки, в которой отложены запасные питательные вещества.

Иногда зародыш семени развивается из неоплодотворенной яйцеклетки. Это явление называется партеногенезом и наблюдается у манжетки, ястребинки, одуванчика, у некоторых культурных растений (груша, яблоня, виноград, смородина).

Возможно развитие зародыша из синергид или антипод. Это явление называется апогамия (наблюдается у подорожника). Развитие зародыша из клеток нуцеллуса называется апоспорией. Все возможные случаи развития зародыша и семени без оплодотворения объединены под общим названием апомиксис.

У некоторых растений (из семейства сложноцветных, розоцветных, злаковых) такое бесполосеменное размножение сделалось наследственно постоянным. Однако причины возникновения всех форм апомиксиса еще недостаточно изучены. Замечено, что наиболее часто апомиксис встречается среди дикорастущих форм растений полярных и альпийских областей (лапчатки, манжетки, полярный мятылик, колокольчики) и у растений пустынь. Апомиксис свойствен молодым семействам и родам, находящимся в процессе интенсивного формообразования.

У хвойных деревьев и кустарников при отсутствии опыления и оплодотворения иногда развиваются семена, не содержащие зародыша. Развитие семян без зародыша называется партеноспермия. Особенно часто партеноспермия наблюдается у лиственницы. Это явление очень ухудшает качество семян.

Прорастание семян и формирование проростка. При определенной температуре, в условиях достаточной влажности семена после некоторого периода покоя или тотчас после опадения с материнского растения прорастают, образуя проростки. Оболочка семени лопается и первым появляется корешок, который растет вниз, образуя главный корень растения. Вслед за корешком вытягивается подсемядольное колено, вынося семядоли на поверхность. Последней трогается в рост почечка, дающая начало главному стеблю. Семядоли, выполняющие функцию

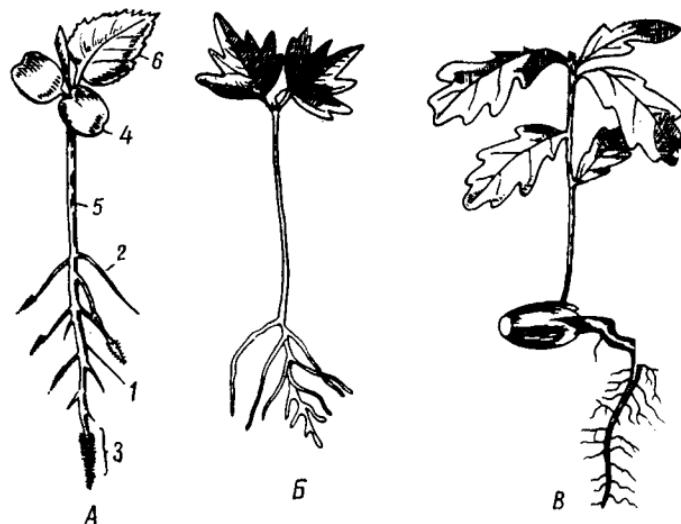


Рис. 26. Всходы древесных растений:

А — граба; 1 — главный корень; 2 — боковой корень; 3 — зона корневых волосков; 4 — семядоли; 5 — подсемядольное колено; 6 — первые листья; Б — липы с семядолями; В — дуба с подземными семядолями

цию первых ассимилирующих органов, как правило, отличаются от настоящих листьев размерами и формой. Так, у липы они пальчатолопастные, у вяза — овальные, у клена — продолговатые. У двудольных растений семядоли располагаются всегда супротивно. У хвойных же семядоли не отличаются от хвоинок.

Если семядоли не выносятся на поверхность, то подсемядольное колено только слегка вытягивается, а в рост трогается почечка, образуя настоящий стебелек и первые настоящие листья (дуб) (рис. 26).

Первые листья всходов часто отличаются от листьев взрослого растения. Так, у однолетних всходов клена остролистного листья цельные, а не лопастные; у ясеня — простые, а не сложные; у сосны одиночные хвоинки, а не парные; у лиственницы хвоинки не опадают на зиму. Особенность прорастания семян

растений должна учитываться при посеве; семена, не выносящие семядоли наверх, можно заделывать глубже, чем семена растений, у которых семядоли выносятся на поверхность.

§ 9. ПЛОДЫ

Классификация и типы плодов, их характеристика. У голосемянных растений (в частности, у хвойных) семена располагаются открыто на семенных чешуйках шишек. У покрытосемянных семена развиваются в плодах, а плод развивается из завязи пестика.

Плод состоит из околоплодника и одного или многих семян. Околоплодником называется видоизмененная стенка завязи. Плоды защищают семена от повреждений и в ряде случаев способствуют их распространению. Они очень разнообразны по происхождению околоплодника, строению, размерам, форме, окраске. Размеры плодов колеблются от долей миллиметра (мятлик, полынь) до 1,5 м (тропическая лиана из семейства мимозовых), а масса — от 0,1—0,2 мг до 16—20 кг (сейшельская пальма). Общепринятой классификации плодов пока нет. Морфологическая классификация основывается на внешнем разнообразии плодов, их консистенции, числе семян. Плоды делят на сухие (теряющие большую часть воды к моменту вызревания) и сочные; односемянные и многосемянные; раскрывающиеся и нераскрывающиеся.

В основе эволюционной, или гинетической, классификации плодов лежит тип гинецея, из которого плод развивается. Наиболее примитивным (древним) типом гинецея является апокарпный гинеций, т. е. когда пестик (или каждый пестик, если их много в цветке), образован одним плодолистиком. В ходе эволюции цветка происходило срастание плодолистиков друг с другом, вследствие чего возник ценокарпный, или синкарпный, гинеций. Соответственно типу гинецея выделяют апокарпные плоды, развивающиеся из нескольких свободных или одного плодолистика, и ценокарпные, появляющиеся из сросшихся друг с другом плодолистиков. В каждом из этих рядов эволюция плодов идет независимо и параллельно, давая одни и те же формы: сухие и сочные, многосемянные и односемянные, раскрывающиеся и нераскрывающиеся.

В зависимости от типа завязи, из которой развиваются плоды, их делят на верхние (настоящие), образованные только плодолистиками пестика, и нижние (ложные), в образовании которых, кроме плодолистиков, принимают участие другие части цветка (разросшееся цветоложе, чашечка, венчик или нижние части тычинок). Нижние плоды образуются у всех растений с нижней завязью и редко у растений с верхней завязью (земляника).

Иногда в особую группу выделяют соплодия, т. е. группу плодов, возникших из соцветия, но расположенных так тесно,

что создается впечатление одного плода (початок кукурузы, подсолнечник, сережка березы).

Верхние плоды как апокарпные, так и ценокарпные, могут быть простые, образованные одним пестиком, и сборные, когда в цветке несколько пестиков (рис. 27). Из сборных сухих плодов часто встречаются сборная листовка (калужница, спирея, водосбор) и сборная семянка (лютик).

Различают следующие виды сухих плодов:

А. Простые, многосемянные, раскрывающиеся плоды:

1) листовка — образована одним плодолистиком и раскрывается одним швом (живокость);

2) боб — образован одним плодолистиком, раскрывается двумя створками по двум швам; плод боб имеют представители семейства бобовых — горох, фасоль, акация;

3) стручок — образован двумя плодолистиками, раскрывается двумя створками, между которыми имеется перегородка, к которой прикрепляются семена; плод стручок имеют представители семейства крестоцветных (капуста, брюква, репа, левкой); когда длина плода равна ширине он называется стручочком (ярутка, пастушья сумка);

4) коробочка — многосемянный плод, образованный несколькими плодолистиками, раскрывается самыми разнообразными способами: створками, дырочками, крышечкой и т. п. (сирень, ива, тополь, мак).

Если многосемянные сухие плоды после вызревания не раскрываются, а распадаются на части, их называют дробные. Дробную двусемянку имеет клен, дробный орех — норичниковые, дробный стручок — редька.

Б. Простые, сухие, односемянные, нераскрывающиеся плоды:

1) зерновка — имеет пленчатый околоплодник, срастающийся с семенем; этот тип плодов свойствен всем злакам (пшеница, рожь, ячмень, овсяница и др.);

2) семянка — имеет пленчатый или кожистый околоплодник, не срастающийся с семенем; часто околоплодник содержит различной формы крыловидные выросты, и в практике такие плоды называют крылатками, что не совсем верно; плод семянка наблюдается у березы, ильма, вяза, ясеня и др.;

3) орех — околоплодник, как и у семянки, не срастается с семенем, но не пленчатый, а деревянистый или очень плотно кожистый (лещина, липа); орех малых размеров называется орешком;

4) желудь — имеет плотнокожистый околоплодник; при плодах всегда есть плюска, образованная срастанием деревянистых прицветных чешуй (каштан настоящий, дубы).

Сочные плоды представлены костянкой и ягодой:

1) костянка — это односемянный сочный плод; околоплодник его состоит из трех слоев: экзокарпия — наружного пленчатого слоя, мезокарпия — сочной мякоти плода и эндокарпия —

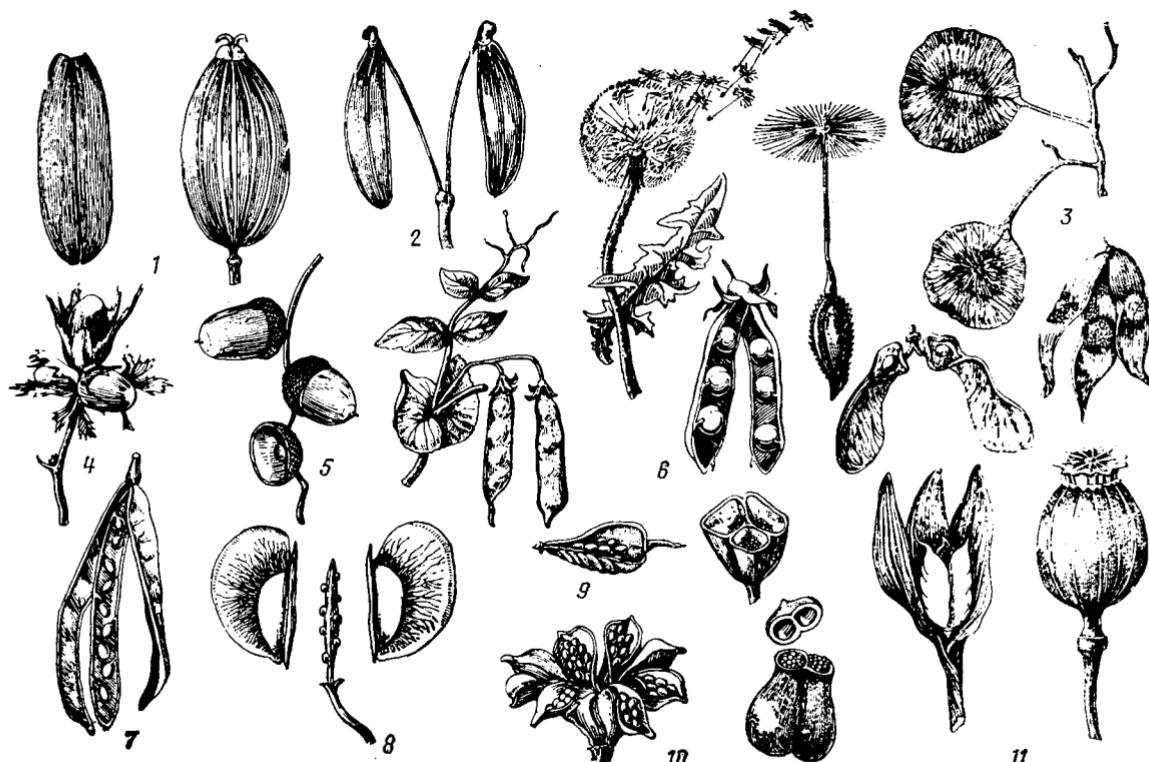


Рис. 27. Сухие плоды:

1 — зерновка; 2 — вислоплодник; 3 — семянки; 4 — орех; 5 — желудь; 6 — боб; 7 — стручок; 8 — стручочек; 9 — листовка; 10 — сборная листовка; 11 — коробочка

внутреннего, деревянистого слоя, защищающего семя (вишня, слива, абрикос, черемуха); сборную костянку имеет малина, костянка;

2) ягода — это сочный многосемянный плод, околоплодник которого состоит из двух слоев — экзокарпия и мезокарпия (виноград, томаты, картофель).

Нижние плоды образуются из нижней завязи и разделяются:

а) на сухие:

семянка (одуванчик, подсолнечник), коробочка (колокольчик); от верхних плодов они отличаются происхождением сколоплодника, хотя по внешнему виду часто нельзя установить, верхний это плод, или нижний.

б) на сочные:

1) ягода — многосемянный сочный плод, образованный из нижней завязи, на вершине плодов всегда сохраняются остатки околоцветника (клюква, брусника, черника, крыжовник);

2) тыква — многосемянный плод с твердой, нередко деревянистой наружной частью околоплодника (тыква, арбуз и др.).

3) померанец — самая наружная часть околоплодника толстокожистая, окрашенная, с эфиромасличными железками; средняя часть сухая, губчатая, белая, внутренняя мясистая и сочная (апельсин, лимон, мандарин);

4) яблоко — наружная часть околоплодника сочная, мясистая; внутренняя — перепончатая или хрящеватая (растения подсемейства яблоневые — яблоки, груши, боярышник, рябина);

5) многосемянка земляники, или земляниковидный плод, — мякоть его образована разросшимся мясистым цветоложем, в которое погружены семянки (земляника, клубника);

6) костянка — односемянный плод образуется из нижней завязи, поэтому на вершине заметны остатки околоцветника (орехи греческий, маньчжурский и серый).

У некоторых растений (груша, яблоня, виноград, смородина, мандарин, банан, тыква, огурец, красный перец) плоды иногда не содержат семян или содержат семена без зародыша. Это явление называется партенокарпия. Растения, дающие бессеменные плоды, очень ценятся в плодоводстве. Размножить такие растения можно только вегетативно (черенками, отводками). В семеноводстве же партенокарпия приносит большой вред. Она часто наблюдается у бересклета. В неблагоприятные для опыления годы до 50—100% плодов у бересклета оказываются без семян. Довольно много образуется партенокарпических плодов у клена, липы, вяза.

Распространение семян и плодов. Древесные растения начинают давать семена в разном возрасте. Быстро растущие и светолюбивые породы (лиственница, сосна, бересклет, осина, тополь, ива) в одних и тех же условиях начинают плодоносить раньше, чем теневыносливые и медленно растущие (пихта, бук, ель,

липа). В Подмосковье сосна и береза плодоносят в 20—25 лет, ель и липа в 30—40 лет. Свободно растущие, хорошо освещенные деревья начинают плодоносить раньше деревьев, растущих в насаждениях.

Деревья с крупными семенами и плодами (орех, каштан, дуб) расходуют больше пластических веществ на их образование, чем растения с мелкими семенами (осина, береза, вязы). С этим связана периодичность в плодоношении многих деревьев, когда годы обильного плодоношения (семенные) сменяются годами небольших урожаев или даже полным неурожаем семян. В европейской части СССР ежегодно или почти ежегодно плодоносят береза, ивы, тополя, клены, липа; обильно плодоносят, но через 1—2 года осина, черемуха, рябина, лещина, граб; через 2—3 года — ясени, лиственница, груша, яблоня; через 3—6 лет — сосна, ель, дуб, пихта.

Сохранение и расселение вида связано с распространением семян и плодов. Плодовитость растений огромна. Так, одно дерево тополя дает 28 млн. семян в год, березы — 3 млн., сосны обыкновенной — 5 тыс., одно растение мака-самосейки — 170 тыс. семян.

В процессе длительного естественного отбора у сухопутных растений выработалось много способов распространения семян и плодов. Приспособления к распространению развивались в двух направлениях: по пути использования различных сил природы (ветра, воды, животных) и разбрасывания плодов и семян собственными силами.

В зависимости от агента распространения семян и плодов все растения разделяются на 4 группы:

1) анемохорные — распространяются ветром; 2) зоохорные — агентом распространения являются различные животные; 3) гидрохорные — распространяются водой; 4) автохорные — распространяются путем саморазбрасывания.

Анемохория. Это довольно обычный способ распространения семян и плодов. У растений в процессе эволюции приспособление к нему шло по двум направлениям: уменьшения массы и увеличения парусности за счет всякого рода выростов, крыльев, летучек и т. д.

Первое приспособление свойственно небольшому числу растений, обитающих либо в темных лесах, либо на альпийских высотах. Уменьшение массы семян биологически невыгодно, так как такие семена содержат мало питательных веществ, зародыш часто не развит и ему предстоит еще развиваться вне материнского растения. Ветром разносятся мельчайшие семена заразихи, орхидных, вересковых, горечавок. Чтобы иметь представление о массе ветрораспространяющихся семян, приведем некоторые цифры: масса семян заразихи — 0,000001 г, подъельника — 0,000003, грушанки — 0,000004, орхидеи — 0,000003, горечавки — 0,00015, белозора болотного — 0,00003 г.

Различные парусные приспособления чаще образуются в виде выростов из семенной кожуры, оболочек плодов, частей цветка и даже из листьев. Семена ели, сосны иногда называют «снегобежцами», так как, высеваясь из шишек зимой, они несутся по снежному насту. По наблюдениям в Куйбышевской обл., семена сосны обыкновенной уносятся в степь за 50 км от материнского бора. При полете же в воздухе они пролетают до 4 км. К распространению с помощью ветра приспособлены семена ивы, тополя, иван-чая, хлопчатника, у них имеется хохолок из волосков, выросших на кожуре семени.

Ветром распространяются также плоды, на поверхности которых образуются хохолки из волосков или крыловидные выросты различного происхождения. Так, у сложноцветных хохолок при плодах развивается на месте чашечки; у вяза, ясеня, клена, березы, ольхи крылатки на плодах возникают из окоплодника; у липы, граба, хмеля в крылья превращаются прицветники. Для распространения плодов и семян с помощью ветра в степях возникла особая жизненная форма растений — рекати-поле.

Такие растения, как василек растопыренный, качим, некоторые солянки, верблюжья колючка и другие при созревании плодов отрываются от земли целиком. Ветер разносит их по степям, и по пути они разбрасывают свои семена.

Зоохория. Многие сочные яркоокрашенные и хорошо заметные плоды поедаются животными. Семена в таких плодах обычно хорошо защищены твердой деревянистой оболочкой, устойчивой к перевариванию. Пройдя через кишечник, они извергаются и, попадая в благоприятные условия, прорастают.

У некоторых растений сухие семена, плоды (гравилат, череда) и даже целые соплодия (лопух, дурнишник) снабжены зацепками, шипами, крючками, которыми они цепляются за шерсть животных, одежду человека и разносятся ими.

У липкого шалфея, линнеи, омелы, льна, кубышки семена (или плоды) липкие; прилипнув к животным и подсохнув, они отваливаются на некотором расстоянии от материнского растения. Имеется группа семян, которые приспособлены к распространению с помощью муравьев — мirmекохория (от греческого слова мирмекион — муравей). Для привлечения муравьев семена снабжены особыми мясистыми придатками, содержащими масло и другие питательные вещества. Муравьи объедают придатки, а сами семена бросают. Так расселяются фиалка душистая, чистотел, марьянник лесной, ожика, холлатка, некоторые виды гусиного лука и др. Семена ожики волосистой муравьи уносят на расстояние до 10 м от материнского растения. Семена хвойных, плоды орехоносных, злаков и других распространяют грызуны, делающие на зиму запасы.

Огромную роль в распространении семян играет сельскохо-

зяйственная деятельность человека, который переносит плоды, семена, черенки, корневища, клубни, луковицы и целые деревья из одной страны в другую, с одного материка на другой. К сожалению, вместе с полезными растениями часто разносятся и сорняки.

Гидрохория. Наблюдается преимущественно у растений, произрастающих в воде, по берегам водоемов (осока, кувшинка, рдест, стрелолист) или на крутых склонах, по которым мчатся потоки дождевых вод.

У осоки плоды плавают с помощью раздувшихся наполненных воздухом мешочеков. У клевера земляниквидного чашечка при плодах разрастается в виде лодочки и, попадая в воду, переносится на значительные расстояния. Плоды кокосовой пальмы долго держатся в воде благодаря губчатому легкому межплоднику.

Автохория. Наиболее простой способ самораспространения — отскакивание плода и семян при падении их на землю с материнского растения. Это наблюдается у некоторых плодовых древесных растений с большими тяжелыми плодами (яблоки, груши, грецкий орех и др.).

У многих растений зрелые плоды при подсыхании с силой лопаются и отбрасывают семена иногда на значительное расстояние. Например, у герани болотной на расстояние 2,5 м, иван-да-мары на 2—4 м, фиалки собачьей — 3—5 м, у бегонии — до 15 м.

Интересны способы распространения плодов, связанные с самозарыванием их (земляной орех). После цветения цветоножки земляного ореха сильно удлиняются, затем дугообразно загибаются к земле и зарывают молодые плоды на некотором расстоянии от материнского растения. В земле плоды дозревают и прорастают.

§ 10. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Растения живут от нескольких минут и часов (бактерии, сине-зеленые водоросли) до нескольких тысяч лет. Наиболее долговечными считают саговник-микрозамию, который живет до 15 тыс. лет, и мамонтово дерево, или секвойядендрон гигантский, с продолжительностью жизни до 6 тыс. лет. В Англии возраст одного дуба был определен в 1500 лет. Возраст сосны обыкновенной при благоприятных условиях достигает 400—500 лет, ели 300—500, лиственница 500, кедровых сосен 400—500, пихты сибирской 150—200, березы 150, клена остролистного 200, вязов 400 лет. Сравнительно долговечны приземистые, карликовые растения. Так, толокнянка живет до 80 лет, черника, брусника, голубика — до 300 лет. Среди травянистых растений выделяют одно-, дву- и многолетние. Из многолетних лишь некоторые травы способны жить по нескольку десятков

лет, например продолжительность жизни тау-сагыза 100 лет. Многие подземные стебли травянистых растений живут свыше 10 лет, например корневища папоротника-орляка, купены и др. Разделение растений на одно-, дву- и многолетние не имеет абсолютно четкого характера; в природе часто наблюдаются взаимные переходы между этими группами.

Продолжительность жизни растений зависит от климата, почвы, окружения. Так, многолетнее в тропиках растение клещевина *Ricinus communis* в нашей стране развивается как однолетник. Многолетний клевер ползучий *Trifolium repens* в юго-западных штатах Северной Америки растет как однолетник. Мятлик однолетний *Poa annua* — однолетник в равнинах — развивается в горах как многолетнее растение.

Все растения подразделяются на монокарпические и поликарпические. Монокарпические — это растения, которые цветут и плодоносят 1 раз в жизни, после чего отмирают. К ним относятся одно-, дву- и немногие многолетние растения, например бамбук, мексиканская агава. Бамбук за 20—30 лет обычно разрастается в небольшую рощицу, все побеги которого одновременно зацветают и после плодоношения отмирают. Мексиканская агава вегетирует десятки лет, затем развивает огромную стрелку с соцветиями, состоящими из сотен тысяч цветков и после цветения обычно отмирает.

Поликарпические растения цветут и плодоносят многократно в течение жизни. Древесные породы поликарпичны: они могут плодоносить с учетом периодичности 50—100 раз и более. Поликарпическими является также большинство многолетних травянистых растений.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Систематика занимается классификацией растений на базе их эволюционного развития. Главная задача систематики растений — изучение и приведение в естественный порядок — систему огромного разнообразия растений (350—500 тыс. видов), произрастающих на земном шаре. На основе всестороннего сравнительного изучения растений и выяснения их родственных отношений растения распределяют по группам и располагают в соподчиненные систематические, или таксономические, единицы (вид, род, семейство, порядок, класс, отдел).

Значение систематики растений очень велико. Так, изучение растительных сообществ, прежде всего лесных, невозможно без точного определения формирующих их видов растений. Систематическое положение каждого вида связано с особенностями его морфологического строения и в значительной мере определяет требования к условиям обитания. Экологические и физиологические работы требуют всестороннего знания тех видов растений, свойства и особенности которых изучаются. Разработка научных основ генетики, селекции и интродукции также невозможна без знания филогении тех родов и семейств, к которым относят интересующие нас виды. Велико значение систематики в защите растений, разработке научных основ использования природных ресурсов, а также в охране интересных и ценных, редких и исчезающих видов. И, наконец, геологическая хронология основана на точном определении видов.

Системы растительного мира. В истории систематики растений выделяют три периода создания систем: 1) искусственных; 2) естественных; 3) естественных филогенетических.

1. Искусственные системы (1583—1789 гг.) строились по одному-двум произвольно взятым признакам растений, в основном по особенностям морфологического строения какого-либо органа растения (плода, семени, заро-

дыши, чашечки или венчика цветка, количеству тычинок в цветке и способу их прикрепления) без учета родственных связей между растениями. Это системы Чезальпино, Д. Рея, Турнсфора, К. Линнея.

2. Естественные системы (1789—1859 гг.) создавались уже по совокупности признаков растений с учетом родства между ними. Они часто строились не только на морфологических (строение цветка, положение завязи, количество семядолей и др.), но и анатомических (сосудистые, бессосудистые) данных. Это системы А. Жюссье, О. П. и А. Декандоля, П. Ф. Горянинова.

Естественные системы часто правильно отражали родственные отношения тех или иных групп растений, однако большинство их основывалось на признании неизменности, постоянства видов.

3. Филогенетические системы (2-я половина XIX в. и до настоящего времени) стремятся не только установить родство между отдельными группами растений, но и дать схему развития растительного мира от простейших форм до наиболее современных и высокоорганизованных. Филогенетическая систематика начинается со времени выхода книги Ч. Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора» (1859), который на огромном фактическом материале обосновал теорию эволюции, т. е. последовательного развития растительного и животного мира начиная с момента возникновения их на Земле и до современного разнообразия. Ч. Дарвин разрушил представление о постоянстве и неизменности видов, показав, что возникновение видов — это исторический процесс развития. Первая филогенетическая система была создана А. Брауном в 1864 г.

В настоящее время существует много филогенетических систем, предложенных преимущественно для покрытосемянных растений. Несходство этих систем свидетельствует о несовершенстве методов изучения и об огромных пробелах в палеоботанических данных.

Современные методы систематики растений. При создании филогенетической системы для установления родства разных систематических групп используют разнообразные методы исследования. Главнейшие из них следующие:

1. Сравнительно-морфологический метод, т. е. изучение морфологических особенностей вегетативных и генеративных органов, сопоставление их с целью установления родства между различными растительными группами.

2. Сравнительно-анатомический метод, позволяющий установить различные систематические группы на основе их анатомического строения.

3. Эмбриологический метод (онтогенетический), состоящий в изучении признаков, которые относятся к определенным стадиям развития органов у разных растений, а также изучении хода развития органов у растений разных систематических групп.

4. Палеонтологический метод, т. е. изучение ископаемых остатков растений, что позволяет воссоздать картины эволюции растительного мира в прошлые геологические эпохи.

5. Географический и экологический методы, позволяющие установить историю распространения видов.

6. Биохимический метод, основанный на том, что близкие виды имеют сходные химические соединения.

7. Гибридологический метод, основанный на том, что более отдаленные формы не скрещиваются между собой.

8. Метод генотипического иммунитета, позволяющий, исходя из родства реакций, проявляемых теми или другими видами по отношению к паразитическим грибам, пользоваться этим методом как индикатором на родство.

Таксономические единицы в систематике растений. Для классификации растений в систематике существует своя система понятий и символов, свой язык. Каждая система классификации состоит из определенных соподчиненных друг другу систематических категорий, или единиц. Для обозначения систематических единиц любого ранга на международном ботаническом конгрессе в 1950 г. был принят термин «таксон».

Основными систематическими, или таксономическими, единицами (в порядке их соподчинения) являются следующие: вид — *species*, род — *genus*, семейство — *familia*, порядок — *ordo*, класс — *classis*, отдел — *divisio*.

Вид. По К. Линнею, это совокупность наследственно сходных особей, причем, признавая реальное существование видов, К. Линней говорил об их постоянстве и неизменяемости.

Ч. Дарвин, разрушив представление о постоянстве и неизменяемости видов, считал, что вид — явление историческое: он возникает, развивается и при изменившихся условиях жизни, т. е. при возникновении новых конкурирующих видов, постепенно исчезает. Ч. Дарвин представлял эволюцию видов как процесс постепенных изменений. В основе эволюции лежит естественный отбор. Новые виды образуются в результате сохранения наиболее приспособленных особей и вымирания неприспособленных.

Учение о виде имеет свою историю. В СССР на проблему вида существовало два взгляда — монотипический В. Л. Комарова и политипический Н. И. Вавилова.

В. Л. Комаров придерживался убеждения, что вид представляет собой неделимую единицу, лишенную каких-либо внутривидовых подразделений. По определению акад. В. Л. Комарова (1945), вид есть совокупность поколений, происходящих от одного общего предка и под влиянием среды и борьбы за существование обособленных отбором от остального мира живых существ, вместе с тем вид есть определенный этап в процессе эволюции.

По В. Л. Комарову, вид представляет собой однородную группу индивидуумов, связанных общей племенной жизнью, общностью физиологических процессов, единым генетическим процессом и большой наследственной стойкостью.

Н. И. Вавилов (1931) трактовал виды как целостные комплексы — системы. Он писал, что вид — пространственно-временная и морфофизиологическая система, дефференцированная генетически и экологически и находящаяся благодаря отбору в динамическом взаимодействии со средой.

В настоящее время считают, что вид представляет собой особую индивидуальную форму организации живого и является носителем эволюционного процесса, он состоит из одной или нескольких популяций или клонов. Популяция — это совокупность особей внутри вида, населяющих ту или иную территсию в течение длительного времени и хорошо скрещивающихся между собой. Как результат эволюции вид характеризуется определенной целостностью и биологической особенностью, а как носитель эволюции он неустойчив, имеет составной характер и расплывчатые границы. Вид — понятие генетическое, это биологически обоснованная в процессе эволюции совокупность клонов и популяций, свободно скрещивающихся между собой, дающая вполне плодовитое потомство и отделенная от других видов барьером трудной половой совместности. Внутри вида скрещивания происходят обычно свободно, между видами они затруднены или полностью отсутствуют. Вид занимает определенную площадь земной поверхности, так называемый ареал вида, где имеются необходимые условия для его жизни. Например, все особи сосны обыкновенной независимо от того, в каких условиях они произрастают — на песках, подзоле, болоте, составляют вид сосны обыкновенной, и из их семян вырастут новые экземпляры сосны обыкновенной. Виды реально существуют, тесно взаимосвязаны с окружающей средой и другими живыми организмами, но не являются чем-то неизменным, постоянным. Под влиянием главным образом изменяющейся внешней среды внутри вида возникают изменения, которые закрепляются естественным отбором, это приводит к появлению новых форм в пределах вида, подвидов, разновидностей и даже новых видов. Следовательно, в процессе эволюции одни виды вымирают, другие возникают вновь.

Следующей более крупной систематической единицей является род.

Род. Объединяет родственные, имеющие единое происхождение, виды. Категория рода входит в названия всех относящихся к нему видов. Название вида представляет собой бинарную (двойную) комбинацию, состоящую из двух слов — названия рода и видового эпитета. Например, виды сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica*) и др. составляют род сосна — *Pinus*.

Семейство. Объединяет родственные, имеющие общее происхождение, роды. Такие роды, как пихта, ель, лиственница, сосна, довольно сильно отличаются вегетативными органами; их шишки, семена отличаются формой и размерами, но

построены по одному типу. Эти роды относятся к одному семейству сосновых — Pinaceae. Название семейства образуется путем присоединения суффикса ассеа к основе названия одного из входящих в него родов. Семейства, имеющие сходные черты, объединяются в порядки, порядки в классы, классы в отделы. Название порядка происходит от названия одного из семейств и имеет окончание ales. Классы различаются между собой более резко, чем порядки. Для высших растений классы имеют окончания opsida, для водорослей — phuseae, для грибов — mycetes. Отделы различаются особенностями строения и развития растений. Названия отделов водорослей и высших растений оканчиваются на phyta, грибов — на mycota.

Кроме указанных таксонов, для удобства изучения всего многообразия растений принимается деление всех растений на две бблышие группы, «неофициальные» систематические единицы.

1. Низшие растения, талломные, или слоевищные,— Thallobionta.

2. Высшие растения, или листостебельные,— Embryobionta или Cormobionta.

Низшие растения — возникли на более ранних этапах развития органического мира. Это преимущественно обитатели водной среды (водоемов) или увлажненных территорий (почвы, горячих источников, льдов, поверхности камней и деревьев). Эволюция их не получила дальнейшего развития, и до настоящего времени у некоторых из них сохранилось примитивное строение. Низшие растения — это одноклеточные, колониальные или многоклеточные организмы без расчленения тела на ткани и органы. Не расчлененное на ткани и органы тело низших растений называют талломом или слоевищем. У одноклеточных организмов все функции и отправления, характерные для живого организма (питание, дыхание, накопление, выделение, размножение), осуществляются в одной клетке. Колониальные растения представляют собой промежуточные формы между одноклеточными и многоклеточными. Это скопление соединенных клеток, но сохраняющих свою индивидуальность, т. е. физиологически разобщенных. У многоклеточных же наблюдается распределение функций между клетками.

Низшие растения имеют как бесполое, так и половое размножение, но органы полового размножения оогонии и антеридии одноклеточны. Среди низших растений есть как автотрофы (водоросли, некоторые бактерии), так и бесхлорофильные гетеротрофы, живущие главным образом вне воды (грибы, бактерии). Гетеротрофы используют готовые органические соединения. Среди них есть сапрофиты, которые питаются используя неживое органическое вещество, и паразиты, питающиеся за счет живых организмов.

Высшие растения — филогенетически более молодая группа растений. Высшие растения развивались в условиях наземного существования и в процессе приспособления к разнообразным условиям суши сильно эволюционировали. Менее организованные высшие растения (мохобразные, плауновидные, членистые и папоротники) еще связаны с влажными условиями среды, так как их сперматозоиды (мужские половые клетки) могут передвигаться к яйцеклетке только по воде. У семенных растений половой процесс уже не связан с наличием свободной воды и не зависит от нее. У семенных цветковых растений как вторичное явление наблюдается переход к водному образу жизни. Высшие растения — это многоклеточные организмы, тело которых расчленено на органы — стебли, листья, корни и ткани. Исключение составляют мхи — у них нет корней, а у печеночных мхов тело вообще не расчленено на органы. Высшие растения называются листостебельными. В отличие от низших органы полового размножения у большинства высших растений многоклеточные. В женском половом органе — архегонии содержится 1 яйцеклетка. Высшие растения преимущественно зеленые автотрофы, редко среди них встречаются гетеротрофы — паразиты.

В филогенетическом отношении низшие растения представлены рядом самостоятельных стволов развития, эволюция которых шла независимо друг от друга по пути усложнения или упрощения (в связи с паразитизмом) организации. Высшие растения — монофилитическая группа, предками которой были, вероятно, водоросли.

По количеству видов высшие растения превосходят низшие, но по численности особей, широте распространения в природе низшие превосходят высшие, а по роли в природе и жизни человека они не уступают высшим.

Весь мир живых организмов подразделяется на две большие группы: прокариоты (доядерные) — Prokaryota и эукариоты (ядерные) — Eucaryota. К прокариотам относятся бактерии и сине-зеленые водоросли. Они представляют собой две филогенетически родственные группы, от всех остальных живых существ отличаются отсутствием в их клетках ядра. ДНК лежит в их клетках свободно, не отделена от цитоплазмы ядерной мембраной. Это говорит о сохранении ими древнейшей организации клетки. У всех остальных организмов (животных и растений) имеется ядро, окруженное ядерной мембраной и ограниченное от цитоплазмы. Эти организмы называют эукариотами. Довольно спорно в системе организмов положение грибов. Имеются предложения выделить грибы в самостоятельное царство живых существ.

В настоящее время многие биологи являются сторонниками деления органического мира на 4 царства: 1) дробянки; 2) животные; 3) растения; 4) грибы. Рассмотрим один из новей-

ших вариантов современной общей системы организмов (Жизнь растений, т. I, 1974).

А. Надцарство доядерные организмы.

1. Подцарство бактерии.

2. Подцарство сине-зеленые водоросли.

Б. Надцарство ядерные организмы.

1. Царство животные.

2. Царство грибы: а) подцарство низшие грибы; б) подцарство высшие грибы.

3. Царство растения: а) подцарство багрянки; б) подцарство настоящие водоросли; в) подцарство высшие растения.

Однако мы предпочли следовать обычному, более широкому, пониманию растительного царства с включением в него бактерий, сине-зеленых водорослей и грибов. В основу нами положена схема классификации, изложенная в 6-томном издании «Жизнь растений».

I. Низшие растения.

1. Отдел бактерии — *Bacteriophyta*.

2. Отдел сине-зеленые водоросли — *Cyanophyta*.

3. Отдел пиррофитовые водоросли — *Rhrophyta*.

4. Отдел золотистые водоросли — *Chrysophyta*.

5. Отдел диатомовые водоросли — *Bacillariophyta*.

6. Отдел бурые водоросли — *Phaeophyta*.

7. Отдел красные водоросли — *Rhodophyta*.

8. Отдел желто-зеленые водоросли — *Xanthophyta*.

9. Отдел эвгленовые водоросли — *Euglenophyta*.

10. Отдел зеленые водоросли — *Chlorophyta*.

11. Отдел харовые водоросли — *Charophyta*.

12. Отдел слизевики — *Mixophyta*.

13. Отдел грибы — *Mycophyta*.

14. Отдел лишайники — *Lichenophyta*.

II. Высшие растения.

1. Отдел риниевые, или псилофиты, — *Rhyniophytā*.

2. Отдел моховидные — *Bryophyta*.

3. Отдел псилотовые — *Psilotophyta*.

4. Отдел плауновидные — *Lycopodiophyta*.

5. Отдел хвощевидные — *Equisetophyta*.

6. Отдел папоротниковые — *Polypodiophyta*.

7. Отдел голосемянные, или сосновые, — *Pinophyta*, или

Gymnospermae.

8. Отдел цветковые, или покрытосемянные — *Magnoliophyta*, или *Angiospermae*.

История развития Земли и растительного мира. История развития Земли насчитывает несколько миллиардов лет. Отдельные этапы ее развития обозначаются в виде геологических эр, каждая из которых имеет возраст в несколько миллионов лет. Геологические эры делятся на отдельные периоды (табл 1).

I. ХАРАКТЕР РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА В РАЗЛИЧНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЭРЫ

Эра	Продолжительность эры	Период	Характер растительного мира
I. Архейская	2500—3500 млн. лет	—	Господствуют простейшие организмы (бактерии, синезеленые водоросли), появился хлорофилл и первые автотрофные организмы
II. Палеозойская	360 млн. лет	1. Кембрийский 2. Силурийский 3. Девонский 4. Каменноугольный 5. Пермский	Господствуют бактерии, синезеленые и красные водоросли Продолжают господствовать водоросли, появляются среди них многоядерные зеленые, бурые и красные. Появились первые растения суши — псилофиты С середины периода получили развитие плауновые, папоротники, хвощи, появились грибы Господствуют древовидные папоротникообразные, широко представлены семенные папоротники и появились уже древние гinkговые. Псилофиты исчезли Появились и широко распространились хвойные
III. Мезозойская	140 млн. лет	1. Триасовый 2. Юрский 3. Меловой	Исчезает каменноугольная флора. Все части света завоевывают саговники и хвойные Расцвет саговников, гinkговых и других голосемянных. Вымирают семенные папоротники, появились первые покрытосемянные и диатомовые водоросли Значительное развитие хвойных, широко распространились цветковые растения
IV. Кайнозойская	Продолжается в настоящее время	1. Третичный (продолжительность периода около 60 млн. лет) 2. Четвертичный	Большое разнообразие цветковых растений. Появился человек (неандертальец) Характеризуется появлением травянистых и кустарниковых форм среди покрытосемянных. Появление культурной растительности

В истории развития растительного мира условно выделяют шесть эпох, в каждой из которых преобладали отдельные группы растений:

1) бактерии; 2) водоросли; 3) псилофиты; 4) папоротникообразные; 5) голосемянные; 6) покрытосемянные, или цветковые, растения.

Глава III

НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ

Низшие растения — это одно- или многоклеточные организмы. Тело их не расчленено на ткани и органы, т. е. представлено слоевищем. Это преимущественно обитатели водоемов или мест, связанных с избыточным увлажнением.

§ 11. ОТДЕЛ БАКТЕРИИ — BACTERIOPHYTA

Бактерии представляют собой древнюю и вместе с тем развивающуюся группу организмов. Это в большинстве случаев одноклеточные, реже колониальные и нитчатые организмы. По форме клеток бактерии могут быть шаровидные — кокки, палочковидные — бациллы, слабозакрученные в виде запятой — вибрионы, извитые или штопорообразные скрученные — спирILLы (рис. 28). Кокки могут быть одиночными, но чаще они собраны по 2 — диплококки, по 4 — тетракокки, в виде цепочек — стрептококки, в виде грозди — стафилококки или в виде прямоугольных групп — сарцины. Собственно бактерии имеют вид коротких палочек. К ним относят клубеньковые бактерии — *Rhizobium leguminosarum*.

Некоторые бактерии способны к активному движению с помощью жгутиков или ритмического сокращения клеток (спирILLы). Величина бактерий определяется микронами или долями микрон, поэтому видеть бактерии можно лишь в микроскоп при сильном увеличении.

Бактериальная клетка имеет клеточную оболочку и бесцветный в большинстве случаев протопласт с вакуолями. Лишь изредка встречаются окрашенные пурпурные (малиновые) или зеленые бактерии. Клеточная оболочка имеет белковую основу, содержит азотистые вещества (а не целлюлозу) и способна к ослизнению. Протопласт клеток не содержит пластид, и у большинства бактерий нет морфологически оформленного ядра.

В большинстве своем бактерии бесхлорофильные, гетеротрофные организмы, из них подавляющая масса сапрофиты, но есть и паразиты. Только некоторые автотрофные бактерии содержат специфичный хлорофилл, называемый бактерохлорофиллом. Пурпурные бактерии способны ассимилировать угле-

кислоту при освещении. Серные и железные бактерии используют в процессе ассимиляции углекислоты энергию окисления других веществ (процесс хемосинтеза).

Размножаются бактерии путем простого деления и при благоприятных условиях довольно быстро. Так, одна клетка бактерии за 24 ч может образовать 636 млн. клеток. Однако столь быстрое размножение бактерий обычно ограничивается неблагоприятными условиями, например недостатком пищи и

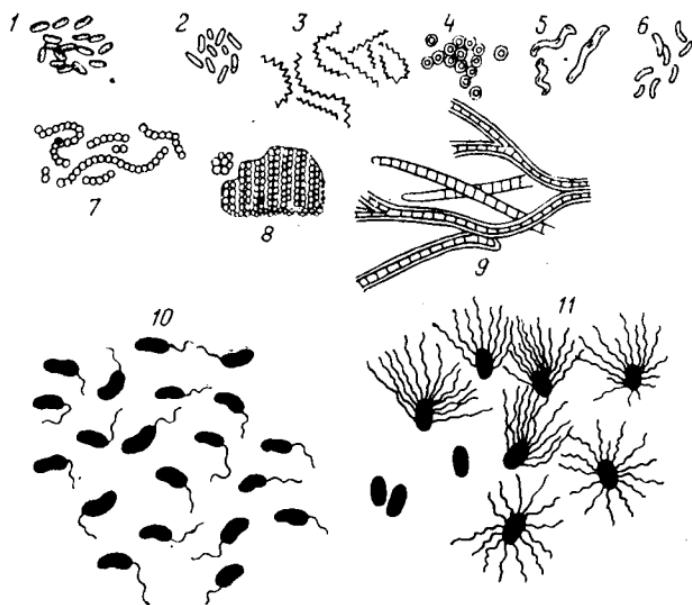


Рис. 28. Формы микроорганизмов:

1 — бактерии; 2 — бациллы; 3 — спирохеты; 4 — кокки; 5 — спириллы; 6 — вибрионы; 7 — стрептококки; 8 — сарцины; 9 — нитевидные; 10 — жгутиковые; 11 — реснитчатые

др. Немногие бактерии могут размножаться путем почкования. Типичный половой процесс отсутствует, хотя у некоторых из них он известен, но в очень примитивной форме (например, у кишечной палочки).

При недостатке воды, питания и других неблагоприятных условиях многие бактерии способны образовывать споры, при этом клетка теряет воду, сжимается, покрывается плотной оболочкой. Споры очень стойкие. Они выдерживают длительное высушивание, кипячение в течение нескольких часов, сухое нагревание до 140° С, некоторые споры выдерживают температуру — 245° С. Стойки к действию ядовитых веществ. Споры сохраняют способность к прорастанию в течение нескольких лет. Они легко разносятся ветром, водой, ими богаты пыль, почва, грунтовая вода, пища жильте. Во влажной питательной среде споры прорастают.

Споры у бактерий — не органы размножения, а своеобразное защитное приспособление от неблагоприятных воздействий окружающей среды, средство самосохранения. Вегетативные же клетки бактерий очень чувствительны к высоким и низким температурам, солнечному свету, ядам. Большинство бактерий аэробы, т. е. развиваются при достаточном содержании кислорода в окружающей среде, немногие анаэробы живут при полном отсутствии кислорода или ничтожных его количествах (на дне водоемов, в толще органического субстрата).

Значение бактерий. Бактерии играют огромную роль в жизни природы и человека. Они распространены повсеместно, встречаются на поверхности почвы и в почве, в глубоких слоях земной коры, в воде, в теле растений и животных, в воздухе. Наибольшее количество бактерий находится в почве. В лесной подзолистой почве на глубине до 5 см от поверхности в 1 г содержится 2,5 млрд. бактерий, в 1 г чернозема — 6 млрд. Масса бактерий, населяющих пахотный горизонт поля, равна примерно 5 т, а поверхность их тел достигает 500 га. Много бактерий в сточных (канализационных) водах, в донном иле водоемов; глубокие подземные воды — чистые. В воздухе бактерий меньше. Наиболее загрязнен бактериями воздух закрытых помещений и населенных пунктов. В лесных местностях, морском и горном воздухе их мало. Обилие бактерий меняется под влиянием внешних условий. Зимой в воздухе меньше бактерий, чем летом.

Положительное значение бактерий определяется их участием в следующих процессах:

1. Бактерии играют огромную роль в биологическом кругообороте веществ в природе. Существенная роль принадлежит им в кругообороте углерода и азота.

Синтез органических веществ, содержащих углерод, осуществляется в основном зелеными растениями, в меньшей мере бактериями хемосинтетиками. Исходным продуктом является CO_2 (углекислый газ), и количество свободной углекислоты должно было бы непрерывно уменьшаться. Однако в результате деятельности бактерий сложные органические вещества трупов животных и растительные остатки разлагаются до простых неорганических, которые снова используются зелеными растениями. Целлюлозные оболочки, сахара, крахмал действием ряда микроорганизмов минерализуются до CO_2 , кислоты или спирта и воды. Сложный процесс распада углеводистых органических веществ называется брожением. Различают спиртовое, молочнокислое, маслянокислое и пектиновое брожение. Каждый тип брожения осуществляется определенными видами бактерий. Молочнокислое брожение осуществляется действием молочнокислых бактерий *Lactobacterium acidophilum*, конечным продуктом его является молочная кислота. Маслянокислое брожение осуществляется действием мас-

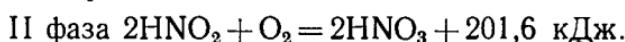
лянокислых бактерий — *Clostridium pasteurianum*, конечным продуктом его является масляная кислота. Большое значение имеют пектинобактерии, например *Clostridium pectinovorum* и др., вызывающие пектиновое брожение. Они разлагают пектиновое межклеточное вещество, вызывая мacerацию. Все эти процессы сопровождаются выделением углекислоты, которая поступает в атмосферу.

Азот сложных органических соединений трупных остатков недоступен для зеленых растений. Разрушение азотсодержащих органических соединений и в первую очередь белка осуществляется деятельностью разных видов гнилостных бактерий. Процесс минерализации азота органических соединений до аммиака называется аммонификацией. Частично в свободном виде аммиак поступает в атмосферу, но в большей части остается в виде солей в почве. Аммонийные соли деятельностью особых бактерий подвергаются окислению до нитритов и нитратов. Этот процесс называется нитрификацией.

Процесс нитрификации идет в две фазы:



Окисление аммиака до азотистой кислоты происходит с участием бактерий *Nitrosomonas*.



Окисление азотистой кислоты до азотной обеспечивается деятельностью *Nitrobacter*. Кислоты соединяются с ионами калия, кальция, натрия, образуются нитриты и нитраты — соединения, легко доступные для растений. В кругообороте азота существенная роль принадлежит бактериям азотфиксаторам. Эти бактерии известны двух типов — одни проявляют свою активную жизнедеятельность в симбиозе с корнями высших растений (примущественно из семейства бобовых, в меньшей мере у черной и серой ольхи, лоха, облепихи), другие связывают молекулярный азот воздуха независимо от высших растений. Это свободно живущие в почве азотфиксаторы.

2. Бактерии окисляют и восстанавливают соединения серы, фосфора и других элементов; участвуют в почвообразовательном процессе, в разрушении горных пород и образовании некоторых осадочных пород.

3. Деятельность бактерий используется в различных отраслях промышленности для получения молочнокислых продуктов, квашения капусты, силосования кормов, получения антибиотиков, органических кислот, спиртов, ацетона, ферментативных препаратов и др.

В настоящее время бактерии приобретают исключительно большое значение как продуценты многих биологически активных веществ (антибиотиков, аминокислот, витаминов и др.).

используемых в медицине, ветеринарии и животноводстве. Препараторы бактерий — *Bacillus thuringiensis* используют для борьбы с насекомыми-вредителями растений, а препараты клубеньковых бактерий (азотобактерин, нитрагин) как своеобразное удобрение. Отрицательную роль играют патогенные бактерии, вызывающие заболевания человека и животных. Со многими бактериями-сапрофитами связаны потери пищевых продуктов, причем некоторые бактерии отличаются высокой токсичностью.

§ 12. ГРУППА ОТДЕЛОВ ВОДОРОСЛИ — ALGAE

Водоросли — это большая группа низших растений, в подавляющем большинстве живущих в воде, где они составляют основную массу растительности. Некоторые водоросли прикрепляются ко дну водоемов или подводным предметам и составляют фитобентос, большинство же водорослей находится в толще воды во взвешенном состоянии или плавает, они составляют фитопланктон. Часть водорослей живет на почве, в почве или стволах деревьев.

Водоросли — одноклеточные, колониальные или многоклеточные организмы размером от нескольких микрон до нескольких десятков метров с очень большим разнообразием форм тела и началом некоторой внутренней дифференциации тела на ткани (покровную, ассимиляционную, запасающую, проводящую, механическую).

Тело водорослей в виде слоевища, или таллома, не дифференцировано на органы и, как правило, ткани. Форма, размер и строение клеток водорослей разнообразны. Клетки водорослей в отличие от бактерий имеют плотную целлюлозную или пектиновую оболочку. У многих водорослей всегда или в определенные периоды жизни оболочка покрыта слизью, которая предохраняет водоросль от высыхания, механических повреждений, иногда обуславливает движение и способствует прикреплению к субстрату. У большинства водорослей, за исключением сине-зеленых, протопласт состоит из цитоплазмы, одного или нескольких ядер и пластид, называемых хроматофарами, которые обычно имеют форму лент, зернышек или пластинок различной формы.

У большинства водорослей хроматофоры зеленой окраски и выполняют роль хлоропластов высших растений: кроме зеленого хлорофилла, они содержат и другие пигменты, которые часто маскируют зеленую окраску водорослей. Это — каротин и ксантофилл (оранжевый и желтый), фикоциан (синий), фикоэритрин (красный), фукоксантин (бурый). В связи с этим водоросли имеют различную окраску — зеленую, бурую, красную, что объясняется выработавшейся в процессе эволюции приспособленностью к наилучшему улавливанию света на раз-

личных глубинах в разных условиях. Часто водоросли окрашивают субстрат, где они помещаются, в различные тона. Так, в Антарктиде советскими учеными были обнаружены три озера с синей, зеленой и красной водой, окраска воды в которых была обусловлена мелкими водорослями.

Ледяные берега Гренландии с наступлением весны окрашиваются в кроваво-красный цвет из-за массового размножения водорослей с красной окраской. У некоторых водорослей в хроматофорах имеются бесцветные округлые тельца пиреноиды, около которых сосредоточивается крахмал.

Размножение и цикл развития. Способы размножения у водорослей очень разнообразны. Они могут размножаться бесполым (вегетативным и собственно бесполым) и половым путем.

Вегетативное размножение осуществляется почкованием, делением клетки надвое, у многоклеточных нитчатых — обрывками нитей, распадением колоний и «клубеньками» (харовые водоросли).

Собственно бесполое — это размножение спорами: подвижными (зооспорами) или неподвижными (апланоспорами). Споры — одноклеточные образования, они образуются в специальных органах — спорангиях или внутри вегетативных клеток.

Половое размножение, или воспроизведение, осуществляется посредством половых клеток — гамет, которые, сливаясь, образуют зиготу. После периода покоя зигота прорастает, образуя зооспоры, или новое растение. У морских водорослей зигота прорастает без периода покоя. Формы полового размножения разнообразны:

изогамия — слияние подвижных гамет, одинаковых по форме и величине, но физиологически различных;

гетерогамия — слияние двух подвижных, разных по величине гамет; изо- и гетерогаметы образуются путем редукционного деления содержимого вегетативной клетки;

оогамия — слияние двух гамет — крупной женской яйцеклетки (неподвижной) и более мелкой мужской, сперматозоида (подвижной); половые клетки развиваются, как правило, в специальных одноклеточных органах полового размножения — гаметангиях; женский гаметангий в этом случае называется оогоний, а мужской — антеридий.

Нередко у водорослей наблюдается коньюгация — слияние содержимого двух вегетативных клеток.

Для большинства водорослей установлено, что развитие спор и гамет зависит от условий внешней среды. При благоприятных условиях водоросли размножаются бесполым путем; при голодаании же и неблагоприятных условиях образуются гаметы. Нередко споры и гаметы образуются в клетках одной и той же особи; но во многих случаях споры образуются на од-

них особях, гаметы — на других. Особь, на которой развиваются гаметы, называется гаметофит, а на которой образуются споры — спорофит. Гаметофит может быть обоеполым и однополым. Ядра спорофита имеют диплоидный набор хромосом ($2n$), ядра гаметофита гаплоидные (n).

Часть жизненного цикла от споры до зиготы представлена гаметофитом, от зиготы до споры — спорофитом. Гаметофит и спорофит у разных водорослей развиты по-разному: у одних они внешне одинаковы и в цикле развития равнозначны, у других преобладает гаметофит, а спорофит представлен недолговечным микроскопическим растением или, наоборот, преобладает спорофит, а гаметофит недоразвит. У большинства водорослей редукционное деление происходит при прорастании зиготы и весь жизненный цикл происходит в гаплоидной фазе, а диплоидная фаза представлена зигтой. У некоторых редукционное деление происходит в гаметангиях перед образованием гамет, тогда в их жизненном цикле преобладает диплоидная фаза, а гаплоидная представлена только гаметами. Такую смену гаплоидной и диплоидной фаз обычно называют сменой ядерных фаз.

Значение водорослей. Водоросли играют огромную роль в образовании органического вещества, 1 га водорослей дает до 100 т сырой и 10 т сухой массы. Они служат пищей для рыб и дают кислород. В приморских странах водоросли используют в пищу, на корм скоту, для удобрений полей. Из многих водорослей получают йод и бром, а из красных и бурых — агар-агар, используемый как питательная среда для выращивания микроорганизмов и в кондитерской промышленности. Из водорослей добывают альгиновую кислоту, которая используется при изготовлении пластмасс, непромокаемых тканей.

В пресных водоемах водоросли участвуют в образовании сапропеля, органического ила, используемого для грязелечения в санаториях и других медицинских учреждениях, а также на корм для сельскохозяйственных животных. Некоторые водоросли усваивают свободный азот воздуха и обогащают им почву. Морские водоросли приносят и определенный вред, покрывая подводные части корабля. При массовом отмирании водорослей портится вода и гибнет рыба.

По происхождению водоросли очень древние организмы, они объединяют несколько отделов. Вопрос о происхождении, ходе развития водорослей и родственных связях между ними еще не решен.

§ 13. ОТДЕЛ СИНЕ-ЗЕЛЕНЫЕ, ИЛИ ЦИАНОВЫЕ, ВОДОРОСЛИ — CYANOPHYTA

Насчитывается около 1400 видов. Сине-зеленые водоросли — самые древние из водорослей и вообще древнейшие представители растительного мира. Сине-зеленые водоросли пре-

мущественно колониальные, нитчатые, реже одноклеточные. Окраска зависит от находящихся в их клетках нескольких пигментов: зеленого — хлорофилла, синего — фикоциана, желтых — каротиноидов и красного — фикоэрнтрина. В зависимости от соотношения пигментов окраска может быть от сине-зеленой до буроватой. Клетки лишены ядер и хроматэфоров.

Протопласт клетки состоит из периферической окрашенной части хроматоплазмы и центральной — полубесцветной центроплазмы, которая выполняет функцию ядра. В ней в виде зернышек, палочек или сеточки находятся дезоксинауклеопротеиды. Настоящего морфологически оформленного ядра у этих водорослей нет. Клеточная оболочка преимущественно пектиновая, часто легко ослизывающаяся. Примитивное строение клеток сине-зеленых водорослей сближает их с бактериями. Сине-зеленые водоросли обладают смешанным типом питания, способны к синтезу углеводов (автотрофы), но иногда могут использовать и распадающиеся органические вещества (гетеротрофы).

Размножаются они путем простого деления (дробления) клетки или распадением нитчатых форм на многоклеточные участки — гормогонии; разрыв нитей происходит по особым, более крупным толстостенным мертвым клеткам — гетероцистам. Половое размножение у них отсутствует. Некоторые формы с наступлением неблагоприятных условий среды, как и бактерии, образуют споры. При образовании споры утолщаются оболочка, уменьшается количество воды в клетке и образуется большое количество запасных веществ. Споры могут выдерживать длительное высушивание и при благоприятных условиях прорастают в новую особь.

Сине-зеленые водоросли главным образом обитатели водоемов, богатых органическими соединениями. Среди них есть планктонные и бентосные формы. Встречаются они и на почве, обычно первыми заселяют новые площади после вулканических извержений и вместе с бактериями подготавливают их для освоения другими растениями. Некоторые сине-зеленые водоросли приспособлены к существованию в сильносоленных озерах и в горячих источниках, в гейзерах с температурой до 65—93° С, в снегах Арктики и Антарктиды некоторые представители встречаются в талломе лишайников. Представителями сине-зеленых водорослей могут служить осциллятория (*Oscillatoria*) и носток (*Nostoc*) — обитатели пресных водоемов (рис. 29). *Oscillatoria* — это нитчатая водоросль, состоящая из плоских клеток. Гетероцисты и споры у нее не образуются. Характерно колебательное движение нити, возможно, связанное с неравномерным выделением слизи. *Nostoc* — колониальная водоросль, представляющая собой слизистые скопления извилистых нитей, состоящих из шаровидных клеток; хорошо заметны желто окрашенные гетероцисты.

Планктонные сине-зеленые водоросли являются пищей для зоопланктона, чрезмерное же их развитие вызывает цветение воды и вредно для рыбного хозяйства. Считают, что в прошлые геологические эпохи сине-зеленые водоросли участвовали в образовании сапропелей и горючих сланцев Прибалтики. В Японии и Китае некоторые виды *Nostoc* употребляются в пи-

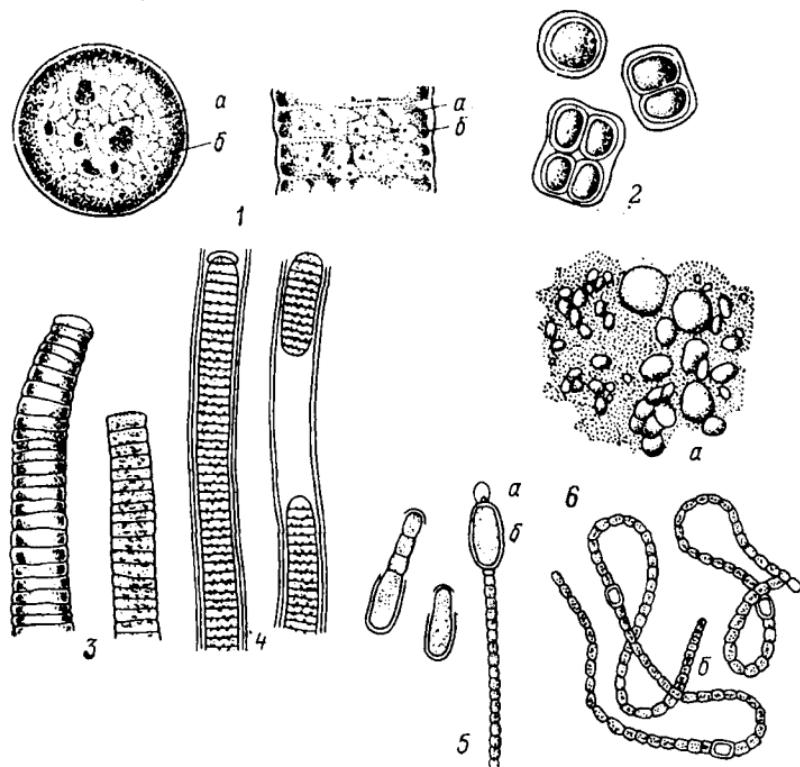


Рис. 29. Сине-зеленые водоросли:

1 — строение клетки: а — центроплазма; б — хроматоплазма; 2 — хлорококк; 3 — осциллятория; 4 — зигобия с гормогониями; 5 — анабена; а — с гетероцистой; б — со спорой слева показано ее прорастание; 6 — носток: а — общий вид; б — нити с гетероцистами

щу. В пустынных районах Средней Азии сине-зеленые водоросли участвуют в почвообразовательных процессах, некоторые виды, живущие в почве, усваивают свободный азот атмосферы и обогащают почву азотом (роды *Phormidium*, *Plectonema*).

Обнаружены сине-зеленые водоросли в корнях саговников и в теле простейших (*Protozoa*). Иногда сине-зеленые водоросли не относят к водорослям, а вместе с бактериями причисляют к предъядерным (доядерным) прокариотам — *Prokaryota*.

§ 14. ОТДЕЛ ЗЕЛЕНЫЕ ВОДОРОСЛИ — CHLOROPHYTA

Общее число видов около 5700. По своему происхождению зеленые водоросли считаются древнейшими организмами, хотя простейшие их представители в ископаемом состоянии пока неизвестны. Многие ботаники считают, что какие-то вымершие формы зеленых водорослей являются предками высших споровых растений.

Живущие в настоящее время зеленые водоросли очень разнообразны, у них прослеживается постепенный переход от примитивных форм к более сложным (по строению и циклам развития). Среди водорослей есть одноклеточные, колониальные, нитчатые формы и многоклеточные организмы. У некоторых водорослей тело достигает значительных размеров, довольно сложного внешнего расчленения, но не имеет клеточного строения. Зеленые водоросли могут быть подвижными в вегетативном состоянии и неподвижными, приобретающими подвижность только во время размножения (подвижные гаметы). Оболочка клеток целлюлозная, иногда с примесью пектиновых веществ, способна ослизняться. Протопласт клеток дифференцирован на протоплазму, ядро, пластиды; есть вакуоль с клеточным соком. Пластиды, или хроматофоры, встречаются самой разнообразной формы (в виде простых рассеченных пластинок или спирально изогнутых лент), часто содержат пиреноиды. Зеленые водоросли — автотрофные организмы.

Очень разнообразны способы размножения зеленых водорослей. Размножаются они вегетативным, бесполым и половым путем. Одноклеточные зеленые водоросли размножаются простым делением клеток, нитчатые — обрывками нитей. У колониальных водорослей новые колонии образуются внутри старой, материнской колонии. Бесполое размножение осуществляется спорами и зооспорами. Зооспоры образуются (от одной до нескольких) внутри материнской клетки в результате предварительного деления ее протопласта. При разрыве оболочки материнской клетки зооспоры выходят наружу и с помощью жгутиков передвигаются. Спустя некоторое время они втягивают жгутики, формируют оболочку и дают новую особь. Половое размножение может проходить в виде изо-, гетеро- и оогамии, коньюгации.

В результате слияния половых гамет образуется зигота — она диплоидна. При прорастании зиготы возможны два варианта: 1) зигота прорастает в новую особь; 2) при прорастании зиготы ядро ее редукционно делится и образуются 4 зооспоры, которые дают 4 новые особи. У морских водорослей зигота прорастает без периода покоя и редукционного деления. У некоторых представителей наблюдается в цикле развития смена поколений — гаметофита и спорофита, причем обычно в жизненном цикле господствует гаплоидный гаметофит, а диплоидной часто бывает только зигота.

Зеленые водоросли широко распространены в самых разнообразных условиях — в пресных и соленых водоемах, на снегу, в горячих источниках, на почве, стволах деревьев, камнях. Вступая в симбиоз с грибами, они образуют лишайники.

Планктонные зеленые водоросли являются пищей зоопланктона и рыб, некоторые бентосные (кладофора) содержат в оболочках клеток много целлюлозы и используются для изготовления бумаги, картона. Некоторые водоросли употребляются в пищу человека. Почвенные водоросли увеличивают плодородие почв.

Систематика зеленых водорослей довольно сложна. Существует несколько классификаций. Часто отдел делят на 3 класса: равножгутиковые, сцеплянки и харовые, но иногда наиболее высокоразвитые, харовые, водоросли вследствие ряда существенных отличий (многоклеточные органы полового размножения, сложное строение тела) выделяют в самостоятельный отдел, что сделано и у нас.

Класс равножгутиковые, или собственно зеленые, водоросли — Isocontae

Представлен разнообразными формами как подвижными, так и неподвижными, но обязательно имеющими подвижную фазу в цикле развития (зооспоры, гаметы). В зависимости от особенностей строения таллома, типа полового процесса и особенностей развития класс делится на несколько порядков (4—8).

Порядок вольвокальные — Volvocales

К этому порядку относятся одноклеточные, колониальные и многоклеточные организмы, подвижные в вегетативном состоянии, но при неблагоприятных условиях (недостатке кислорода, высыхании водоема) они теряют подвижность и покрываются слизью. Половое размножение в форме изогамии, гетерогамии, реже оогамии. Наиболее типичными представителями порядка являются хламидомонас и вольвокс (рис. 30).

Род хламидомонас — Chlamydomonas. Содержит около 320 видов. Обычно это обитатели мелких загрязненных органическими веществами водоемов, луж. Это одноклеточные водоросли самой разнообразной формы — окружной, овальной, яйцевидной с пектиново-целлюлозной оболочкой и жгутиками, с помощью которых движутся. В центре клетки имеются хроматофор чашевидной формы, ядро, на переднем конце клетки глазок и пульсирующая вакуоль. В благоприятных условиях хламидомонас (хламидомонада) размножается бесполым пу-

тем — протопласт делится на 2, 4 и 8 частей, из которых в материнской клетке формируются зооспоры. При недостатке воды и кислорода теряет жгутики и переходит в неподвижное состояние, сохраняя жизнеспособность.

Половой процесс чаще изогамный, но у некоторых стмечена

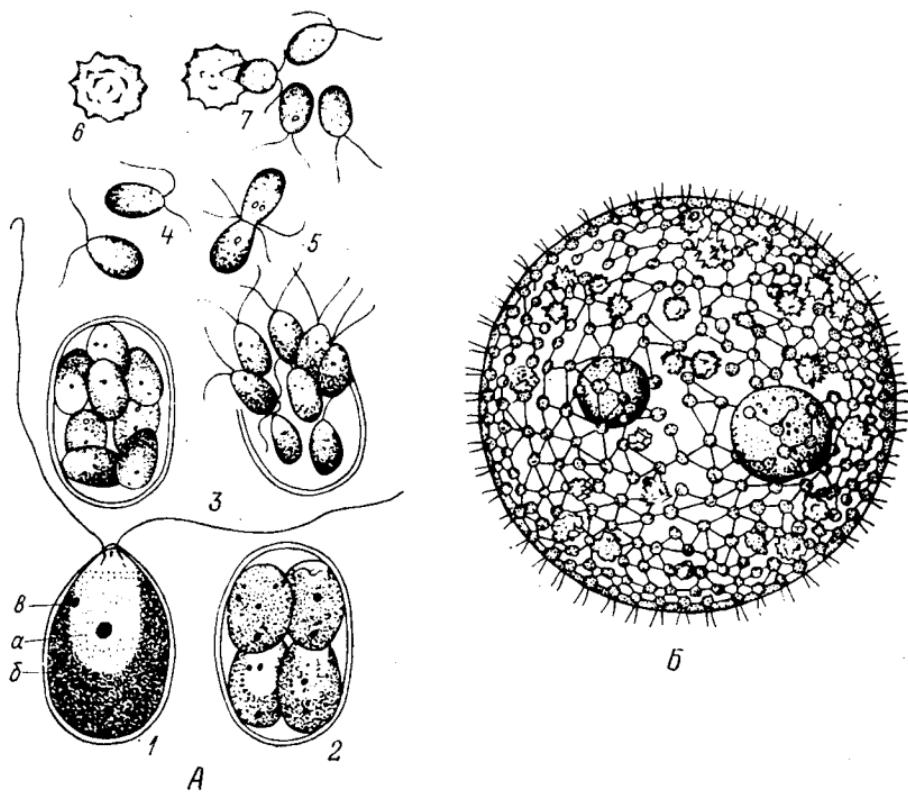


Рис. 30. Зеленые водоросли:

A — одноклеточная водоросль хламидомонас: 1 — строение клетки; *a* — ядро; *b* — хроматофор; *v* — красный глазок; 2 — бесполое размножение; 3 — половое воспроизведение; 4 — изогаметы; 5 — копуляция; 6 — зигота; 7 — выход новых хламидомонас; *B* — вольвокс

гетерогамия и даже оогамия. С наступлением полового процесса взрослые особи функционируют как гаметанги. Зигота проходит период покоя, после чего из нее в результате редукционного деления образуются 4 гаплоидные зооспоры. Многоклеточным представителем этого порядка является вольвокс — *Volvox*, он имеет вид полого шара (диаметр 2 мм), заполненного внутри слизью. У вольвокса наблюдается разделение функций между отдельными клетками колонии: — есть специальные двигательные клетки, при помощи которых происходит перемещение колонии в одном направлении, многочисленные мелкие питательные клетки и есть небольшое число крупных

безжгутиковых клеток, служащих для бесполого и полового размножений. Половое размножение происходит по типу оогамии.

Порядок хлорококкальные — Chlorococcales

К этому порядку относятся одноклеточные и многоклеточные формы, во взрослом состоянии лишенные подвижности. Подвижны только зооспоры и гаметы. Половое размножение в форме изогамии. На влажной земле, коре деревьев и в пресных водоемах встречаются представители рода хлорококк и хлорелла.

Род хлорококк — *Chlorosarcum*. Это одноклеточные организмы. Клетки округлой формы, по структуре напоминающие хламидомонас, но без жгутиков и пульсирующей вакуоли. Встречаются они в виде зеленого налета на коре деревьев, заборах. Бесполое размножение происходит зооспорами, половое в виде изогамии.

Род хлорелла — *Chlorella*. Это одноклеточная водоросль, широко распространенная в пресных водоемах, морях, в почве, на коре деревьев. В 1 см³ ее содержится до 40 млн. особей. В последнее время большое значение уделяется изучению хлореллы. Она отличается очень высокой фотосинтетической активностью, способна использовать до 25% солнечного света (высшие растения всего 3—5%), быстро размножается и растет. С 1 га водной поверхности можно снять по крайней мере 30 т сухого вещества хлореллы. Она содержит 50% белковых веществ, 35% углеводов, 5—7% жиров и 10% минеральных солей (на сухое вещество). В хлорелле насчитывается 13 разных витаминов, она приравнивается к лимону. В процессе фотосинтеза хлорелла способна выделять объем кислорода, в 200 раз превышающий ее собственный объем.

Порядок улотрихальные — Ulothrichales .

К этому порядку относятся нитчатые многоклеточные водоросли, неподвижные, прикрепленные к субстрату.

Род улотрикс — *Ulothrix*. В пресных водоемах широко распространен улотрикс опоясанный — *U. zonata*, который имеет вид неветвящихся нитей, прикрепляющихся бесцветной базальной клеткой-ризоидом к подводным предметам (рис. 31). Клетки короткоцилиндрические, в центре с ядром и постенным хроматофором. За счет деления клеток в поперечном направлении происходит рост нити в длину. При благоприятных условиях улотрикс размножается четырехжгутиковыми зооспорами. Осеню отдельные клетки нити превращаются в гаметангии, внутри которых развиваются двужгутиковые изогаметы. При слиянии разнополых гамет образуется четырехжгутиковая

зигота, которая после свободного плавания сбрасывает жгутики и переходит в состояние покоя. Весной в результате редукционного деления зиготы образуются 4 клетки, каждая из которых прорастает в новую особь.

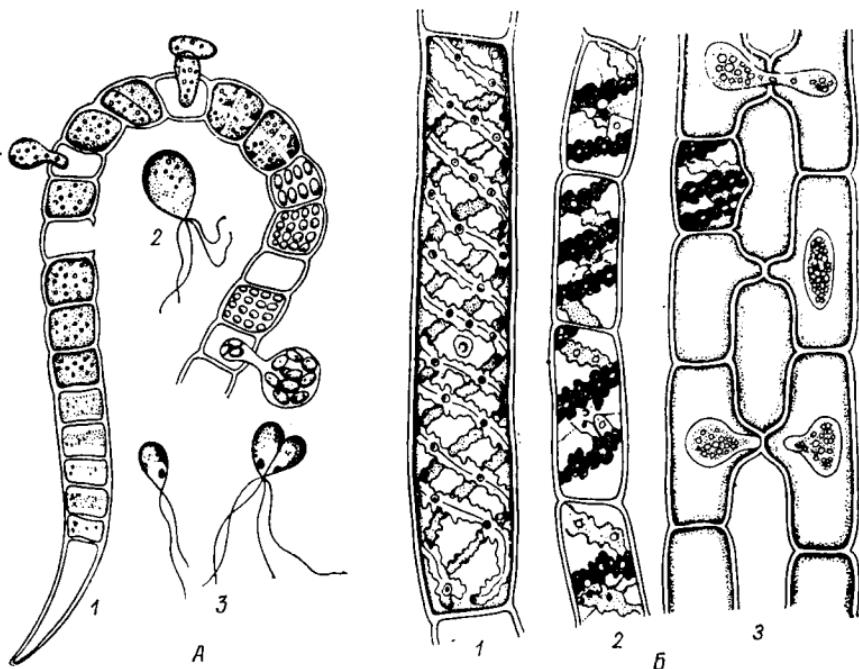


Рис. 31. Зеленые водоросли:

А — улотрикс: 1 — нить с зооспорами и гаметами; 2 — зооспора; 3 — гаметы и их копуляция; *Б* — спирогира: 1 — клетка спирогиры с тремя спиральными хроматофарами; 2 — нить спирогиры; 3 — конъюгация спирогиры

Порядок кладофоральные — Cladophorales

К этому порядку относятся ветвящиеся нитчатые водоросли, состоящие из крупных цилиндрических многоядерных клеток с целлюлозной оболочкой. В жизненном цикле наблюдается смена фаз развития: морфологически одинаковые особи приспособлены либо для бесполого размножения четырехжгутиковыми зооспорами, либо для полового. Это обитатели морей и водоемов с соленой и пресной водой. В пресных водоемах умеренной и холодной зон распространена кладофора заутера *C. zauterii*. Ее нити образуют большие скопления в виде шаровидных образований до 20—25 см в диаметре, которые всплывают на поверхность. Оболочки их клеток содержат много целлюлозы и используются для изготовления высококачественной бумаги.

Порядок сифональные — Siphonales

Это морские довольно крупные водоросли сифонального (т. е. неклеточного) строения. Таллом состоит из одной огромной многоядерной клетки.

Представитель — каулерпа (*Caulerpa*) растет в теплых тропических морях. Каулерпа имеет таллом, как бы расчлененный

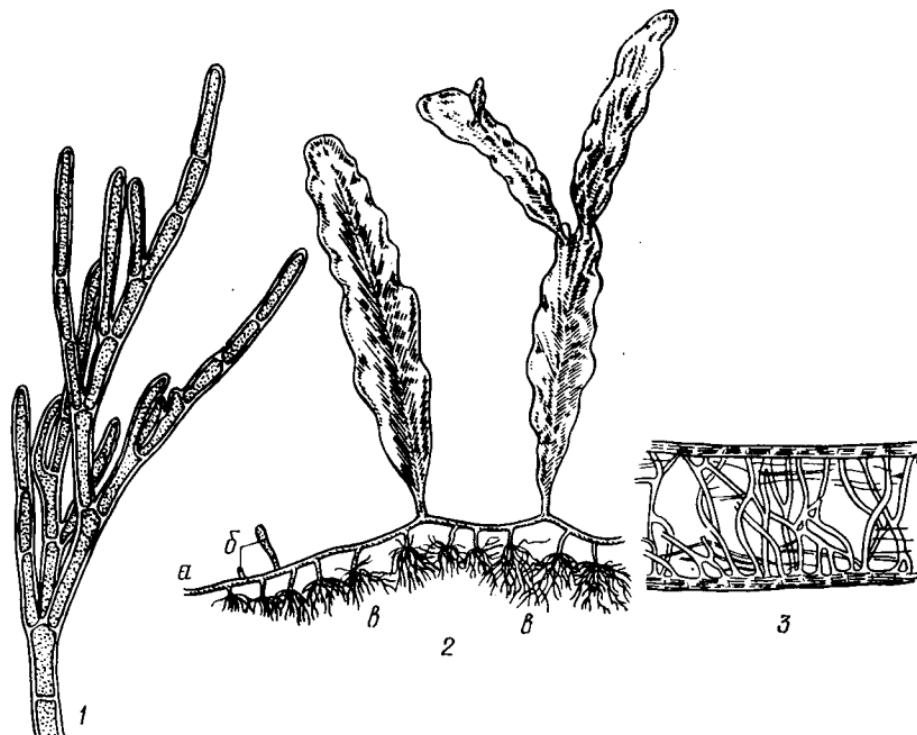


Рис. 32. Зеленые водоросли:

1 — кладофора; 2 — каулерпа: а — растущая верхушка слоевища; б — зачатки листовидных лопастей; в — ризоидальные ответвления; 3 — целлюлозные тяжи в слоевице (уменьшено)

на части, напоминающие органы высших растений (рис. 32). Стеблевая часть представлена горизонтально стелющимся корневищем (до 1 м длины), от него отходят длинные корневидные ризоиды, а кверху листовидные выросты длиной до 30 см. Но все это одна клетка, которая не имеет перегородок, но пересекается целлюлозными тяжами, представляющими собой «порные балки». Бесполое размножение зооспорами отсутствует, половое происходит по типу изогамии.

Сифональные водоросли — сравнительно немногочисленная группа. Полагают, что произошли они от одноклеточных организмов в результате разрастания клетки и дифференцирова-

ния ее частей. Этот порядок представляет собой самостоятельную линию эволюции среди зеленых водорослей, которая не получила развития, так как эволюция пошла по пути создания многоклеточного таллома с одноядерными клетками.

*Класс сцеплянки, или конъюгаты,— Conjugatae,
Conjugatopsida*

К этому классу относятся одно- и многоклеточные нитчатые водоросли, у которых нет подвижной стадии в цикле развития; половой процесс — конъюгация. Зигота прорастает после периода покоя. Распространены эти водоросли в пресных водоемах, реже встречаются на влажной почве. В заводях, старицах рек, в прудах, болотах, канавах и даже лужах широко распространена спирогира — *Spirogyra*. Это многоклеточная нитчатая водоросль, образующая тину ярко-зеленого цвета. Нити состоят из довольно крупных, цилиндрической формы одноядерных клеток хроматофор в виде спирально закрученной ленты. Размножаются делением нити на куски и конъюгацией. С наступлением полового размножения конъюгацией две особи располагаются параллельно. В клетках образуются выросты, растущие навстречу друг другу; в местах соприкосновения их стенки раслизняются, образуются капуляционные каналы. Протопласты в этих клетках сжимаются и переходят из клеток одной особи, мужской, в клетки женской. Образуется зигота, которая после некоторого периода покоя делится, образуя 4 клетки, одна из которых прорастает в новую особь.

Значение зеленых водорослей в эволюции растений. У зеленых водорослей наблюдается большое разнообразие жизненных форм и способов размножения. Половой процесс эволюционировал от простой его формы, изогамии, до сложной, оогамии. Среди зеленых водорослей имеются одноклеточные одноядерные и многоядерные, многоклеточные колониальные и нитчатые формы, подвижные и неподвижные организмы. У некоторых представителей зеленых водорослей (хламидомонаса) проявляется способность переходить от водного образа жизни к наземному, сохраняя жизнеспособность. У некоторых многоклеточных представителей наблюдается разделение функций между клетками одного организма. Среди зеленых водорослей имеются представители по строению близкие к примитивным жгутиковым организмам (вольвокальные) и к высшим споровым растениям (порядок улотрихальные). Некоторые систематики считают, что зеленые водоросли являются предками высших споровых растений.

Зеленые водоросли дали и слепо заканчивающуюся ветвь в эволюции — порядок сифональные (образование многоядерных одноклеточных форм). Эта ветвь не получила развития. Эволюция пошла по пути создания многоклеточного таллома

с одноядерными клетками, с ветвлением, позволившим увеличить поверхность для питания.

§ 15. ОТДЕЛ ХАРОВЫЕ ВОДОРОСЛИ — CHAROPHYTA

Содержит около 200 видов. О положении харовых водорослей в филогенетических системах нет единого мнения. Одни авторы считают их классом зеленых водорослей, другие выделяют в самостоятельный отдел.

Харовые водоросли — это крупные, до 50 см и больше, многоклеточные пресноводные водоросли, обитающие в богатых солями кальция водоемах. У представителей рода *хара* стебель рассечен на узлы и междуузлия, от узлов отходят «листья» — мутовки боковых коротких ветвей, в нижней части стебля имеются ризоиды, укрепляющие водоросль в грунте. На ризоидах и в нижних узлах стебля образуются клубеньки — органы вегетативного размножения. Органы полового размножения — оогонии и антеридии многоклеточные и образуются на узлах «листьев». Половой процесс оогамный. Зигота прорастает после периода покоя.

§ 16. ОТДЕЛ БУРЫЕ ВОДОРОСЛИ — PHAEOPHYTA

Содержит около 1500 видов. Сюда относятся преимущественно морские водоросли — обитатели прибрежных зон. Размер этих водорослей колеблется от нескольких миллиметров до 20—60 м. Таллом имеет вид либо ветвистых одноядерных и многоядерных нитей, либо у него сложное строение — он как бы расчленен на стеблевидную и листовидную части и примитивные ткани — ассимиляционную, запасающую, механическую и проводящую. Клетки состоят из оболочки и протопласта, дифференцированного на протоплазму, ядро и хроматофоры. Окраска водорослей бурая, кроме хлорофилла есть каротин, ксантофил и фукоксантины — бурый пигмент. Почти у всех бурых водорослей наблюдается бесполое и половое размножение, чередующееся в строгой последовательности. Бесполое размножение происходит двуягутиковыми зооспорами, половое — в форме изогамии, гетерогамии и оогамии.

В этом отделе выделяют три класса — изогенератные, гетерогенератные, циклоспоровые — и несколько порядков. В основу выделения классов положены особенности цикла развития.

Класс изогенератные — Isogeneratae

В цикле развития гаметофит и спорофит одинаковы или не резко отличаются друг от друга по величине и по форме.

Класс гетерогенератные — Heterogeneratae

В цикле развития этих водорослей спорофит и гаметофит резко различаются по форме, величине, строению и продолжительности жизни. Важным порядком этого класса является

порядок ламинариальные — *Laminariales*. Сюда относятся самые крупные водоросли. В цикле развития мощно развитый спорофит чередуется с нитевидным микроскопическим гаметофитом, который называется заростком. Представители: ламинария, макроцистис.

Ламинария, или морская капуста, растет в северных и дальневосточных морях на глубине от 2 до 40 м. Таллом ее 1—5 м, состоит из листовидной пластинки, плотного цилиндрического черешка и ризоидов, которыми она прикрепляется к камням или скалам. Взрослые растения образуют органы бесполого размножения — зооспорангии с зооспорами (16—64 шт.). Некоторое время зооспоры плавают, потом останавливаются и прорастают в раздельнополые нитевидные гаметофиты, называемые заростками. На женском заростке образуются оогонии и в них по одной яйцеклетке. Мужской заросток крупнее, на нем образуются одноклеточные антеридий, содержащие по одному сперматозоиду. После оплодотворения яйцеклетки образуется ооспора, которая без периода покоя прорастает, и из нее образуется спорофит. Таким образом, в цикле развития ламинарии наблюдается наличие двух самостоятельных растений. Одни развиваются только органы бесполого размножения и называются бесполыми растениями или спорофитами, другие — только половые органы, и называются половыми растениями или гаметофитами.

К этому же классу относятся гигантские водоросли (от 30—50 до 200 м в длину) макроцистис — *Macrocystis*, обитающие на побережье Тихого океана на глубине 10—20 м (у берегов Камчатки, Аляски, Северной Америки).

Класс циклоспоровые — *Cyclosporeae*

У видов этого класса в цикле развития отсутствует смена поколений, размножаются они только половым путем. Представителем является род фукус — *Fucus*, встречающийся в прибрежной зоне северных морей.

Бурые водоросли используют в качестве удобрений, идут они на корм скоту, употребляются в пищу человеком. Из ламинарии, особенно широко используемой в Китае, Японии и Корее, получают альгин — kleящее вещество, применяемое при выделке бумаги, картона, при изготовлении типографских красок.

§ 17. ОТДЕЛ КРАСНЫЕ ВОДОРОСЛИ, ИЛИ БАГРЯНКИ,— *RHODOPHYTA*

Включает около 4000 видов. Это преимущественно обитатели теплых морей и океанов, незначительная часть их встречается в пресных бассейнах и в почве. Размер от нескольких

сантиметров до 1—2 м. Тело подобно телу бурых водорослей имеет довольно сложное строение: оно сильно расчленено, напоминает ветвящиеся кустики или состоит из ленто- или листовидных пластинок. Имеются разные типы тканей. Хроматофоры в форме дисков, пиреноидов не содержат. Окраска водорослей красноватая или багряная из-за присутствия красного пигмента фикоэритрина наряду с хлорофиллом и фикоцианом. Большинство красных водорослей — двудомные растения.

Органы полового размножения сложного строения. Женские называются карпогоном, состоят из двух частей: нижняя, расширенная, часть — брюшко, где находится 1 яйцеклетка, и суженная, верхняя, часть — трихогина. В антеридиях образуются мужские неподвижные гаметы, называемые спермациями. Зрелый спермаций проникает через трихогину в брюшко карпогона и сливаются с яйцеклеткой, после чего трихогина отмирает. Зигота же без периода покоя делится, и образуются диплоидные ветвящиеся талломы, в верхней части которых появляются споры полового размножения — карпоспоры. При бесполом размножении образуются спорангии, содержащие 1—4 споры. В цикле развития этих водорослей чередуются гаметофит и спорофит, по внешнему виду неразличимые.

К красным водорослям относится анфельция — *Ahnfeltia plicata*, обитающая в Белом море. Она имеет сильно ослизняющиеся пектиново-целлюлозные оболочки. Используется как сырье для получения агар-агара, применяемого в качестве питательной среды в микробиологии и в пищевой промышленности (хлебопекарной, кондитерской). В странах Восточной Азии виды порфиры (*Rorophyta*) употребляются в пищу. Из многих красных водорослей получают йод. Несмотря на сложное строение, они в эволюционном отношении представляют собой обособленную ветвь, не давшую начало другим растениям.

§ 18. ОТДЕЛ ГРИБЫ — MUSCOPHYTA, FUNGI

Это крупный отдел, насчитывающий около 100 тыс. видов. Вопрос о происхождении грибов до сих пор неясен. Большинство микологов в настоящее время считают маловероятным происхождение грибов от какой бы то ни было группы растений. Более вероятно происхождение грибов от гетеротрофных двужгутиковых простейших. По некоторым чертам грибы имеют сходство с животными — по чертам азотного обмена, наличию в обмене мочевины, хитина в оболочке клеток. Гликоген, а не крахмал является у них запасным продуктом. Однако по способу питания путем всасывания, а не заглатывания пищи и по неограниченному росту грибы напоминают растения. Поэтому ряд ученых склоняется к тому, чтобы выделить грибы в самостоятельное царство живых организмов. Мы рассматриваем грибы как отдел растительного мира.

Грибы — развивающаяся ветвь в эволюции. Они находятся в стадии усиленного видаобразования. Это преимущественно обитатели суши, лишь немногие из них живут в воде. Тело грибов — грибница, или мицелий, состоит из ветвящихся нитей — гиф. Примитивно устроенные условно низшие грибы имеют неклеточный мицелий, гифы их без перегородок представляют собой иногда одну сильно разветвленную клетку или имеют вид голого, лишенного оболочки комочка протоплазмы. Тело большинства высших грибов состоит из гиф, перегородками разделенных на клетки. Гифы мицелия могут сильно переплетаться, образуя ложную ткань — плектенхиму. Гифы имеют оболочку и протопласт. Оболочка (клеточная стенка) плотная, состоит у низших грибов из пектиновых веществ, у высших — из углеводов, близких к целлюлозе, со значительной примесью хитина, что делает оболочку непроницаемой для многих веществ. Оболочка часто пропитывается различными веществами, придающими ей прочность, и пигментами, окрашивающими ее в бурый, черный и другие цвета. В протопласте гиф выделяется цитоплазма, 1—2 или много мелких ядер, пластид нет. Запасной продукт — гликоген. Крахмал никогда не образуется.

Грибы — гетеротрофные организмы, большинство из них сaproфиты, но встречаются паразиты растений, животных и человека. Они вызывают различные заболевания, так называемые микозы. Питание грибов происходит путем осмоса всей поверхностью мицелия, реже при помощи всасывающих ризоидов (плесневые грибы) или присосок-гаусторий у паразитов (ржавчинные, головневые грибы). Размножаются грибы вегетативно, собственно бесполым и половым путями.

Вегетативное размножение грибов происходит: 1) обрывками мицелия; 2) оидиями (артроспорами), которые образуются в результате распадения гиф на отдельные клетки, дающие новый мицелий; 3) хламидоспорами, которые образуются как оидии, но имеют более твердую, часто темноокрашенную оболочку; 4) почкованием (на мицелии образуются боковые выросты, которые отчленяются от него).

Собственно бесполое размножение грибов происходит с помощью зоостор, спор и конидий. Зооспоры имеют жгутики, подвижны и образуются в зооспорангиях, только преимущественно у водных грибов. Неподвижные споры развиваются в спорангиях, органы спорообразования всегда наружные, что обеспечивает свободное рассеивание спор.

У высших грибов (сумчатых, базидиальных, несовершенных) образуются особые гифы — конидиеносцы, дающие конидии. При развитии кончик конидиеносца отделяется перегородкой, округляется и отпадает в виде конидии. Под первой конидией до ее отделения таким же образом формируется следующая и т. д., в результате образуется целая цепочка.

Половое размножение у грибов может происходить в форме изогамии, гетерогамии и оогамии.

У низших грибов зигота покрывается толстой оболочкой и после некоторого периода покоя прорастает, образуя спорангий со спорами. Споры появляются в результате редукционного деления, поэтому гаплоидны, т. е. имеют половинный (непарный) набор хромосом, и образующийся из них мицелий также гаплоиден. Диплоидна (с парным набором хромосом) только зигота. У высших грибов (сумчатых и базидиальных) образованию спор предшествует половозрелый процесс, который состоит из двух этапов: 1) слияния цитоплазмы двух клеток — плазмагамия и 2) слияния ядер — кариогамия.

У большинства высших грибов ядра какой-то отрезок времени не сливаются, а располагаются парами, образуя дикарион. Между плазмагамией и кариогамией создается фаза дикариона. У высших грибов чередуются гаплоидная, дикарионическая и диплоидная фазы, причем диплоидная фаза очень кратковременная и представлена диплоидным ядром, которое почти сразу редукционно делится. На дикарионическом мицелии образуются органы полового спороношения. У одних они называются сумками, или асками, внутри них образуются споры полового спороношения — аскоспоры. У других они носят название базидии, на них развиваются базидиоспоры. Внутри сумки или базидии происходит кариогамия и сразу — редукционное деление ядра. Аско- и базидиоспоры всегда гаплоидны. У несовершенных грибов половой процесс утрачен. Однако вследствие того, что мицелий грибов построен более или менее однообразно, основным признаком классификации грибов является половое спороношение.

В настоящее время грибы разделяют на следующие основные классы: 1) хитридиомицеты; 2) оомицеты; 3) зигомицеты; 4) сумчатые, или аскомицеты; 5) базидиомицеты; 6) несовершенные грибы.

Условно хитридиомицеты, оомицеты и зигомицеты относят к низшим грибам, а сумчатые, базидиомицеты и несовершенные — к высшим.

Класс хитридиомицеты — Chytridiomycetes

Это наиболее древний и примитивный класс грибов. У его представителей тело имеет вид голой протоплазматической массы, не образующей мицелий или со слаборазвитым зачаточным мицелием. Зооспоры и гаметы подвижные одножгутиковые. Многие представители паразитируют на водорослях или наземных растениях, живущих в условиях избыточного увлажнения. Наиболее широко распространеными и известными представителями этого класса являются роды ольпидий — *Olpidium* и синхитрий — *Synchitrium*. Род ольпидий объединяет преиму-

щественно паразитических представителей. Ольпидий капустный — *O. brassicae* паразитирует на рассаде капусты, поражает корни и корневую шейку и вызывает заболевание, известное под названием «черная ножка». Род синхитрий объединяет виды, являющиеся внутриклеточными паразитами. Возбудителем рака картофеля является *S. endobioticum*. На клубнях картофеля появляются разной величины нарости с шершавой поверхностью.

Класс оомицеты — *Oomycetes*

У представителей этого класса имеется хорошо развитый неклеточный многоядерный мицелий. Зооспоры с двумя жгутиками, половой процесс оогамный. К оомицетам относятся как водные сапрофиты, так и паразиты наземных высших растений. Этот класс показывает переход грибов от водного образа жизни к наземному и от сапрофитизма к паразитизму. На трупах насекомых, мальках и икре рыб часто развивается сапролегния *Saprolegenia mixta*. Представителем класса оомицеты может служить и фитофтора *Phytophthora infestans* — опасный паразит картофеля, завезенный в Европу из Америки в 30-х годах XX в. Мицелий гриба развивается в межклеточных ходах мезофилла листа и вызывает отмирание клеток. На нижней стороне листьев появляются бурые пятна с белым налетом — это выставленные через устьица листа спорангииносцы с зооспорангиями. Внутри зооспорангии образуется от 8 до 16 двухжгутиковых зооспор. Зооспорангии опадают, переносятся на другие листья и в дождливую погоду вскрываются. Зооспоры прорастают в гифы, которые внедряются через устьица в мезофилл листа. Перезимовывает мицелий гриба, видимо, в почве, в клубнях картофеля, вызывая так называемую сухую гниль.

Класс зигомицеты — *Zygomycetes*

Они имеют большей частью неклеточный мицелий. Размножаются неподвижными спорангииспорами, образующимися в спорангиях. Полевой процесс в форме зигогамии. К классу зигомицеты относятся в основном сапрофиты, реже паразиты. Представителем класса может служить мукор *Mucor* (рис. 33). Он развивается на увлажненном хлебе, плодах, овощах, навозе в виде белой пушистой плесени. От нечленистого сильно разветвленного мицелия приподнимаются вертикальные спорангииносцы со спорангиями, внутри которых образуются споры. Споры разносятся ветром и в благоприятных условиях образуют новый мицелий. Мицелий физиологически неоднороден, хотя морфологически это не проявляется.

Полевой процесс наблюдается лишь при встрече и соприкосновении двух разнополых гиф. На концах таких гиф образуется по крупной многоядерной клетке, ограниченной от ос-

тальной части гифы перегородкой. При соприкосновении разнополых гиф в результате расслабления стенок клеток происходит слияние протоплазмы и ядер обеих клеток. Образовавшаяся клетка покрывается толстой бурой оболочкой и превращается в покоящуюся клетку — зигоспору. После длительного периода покоя зигоспора прорастает. При прорастании зигоспоры получаются гифы, несущие спорангии, внутри которых образуются споры, дающие разнокачественные гифы.

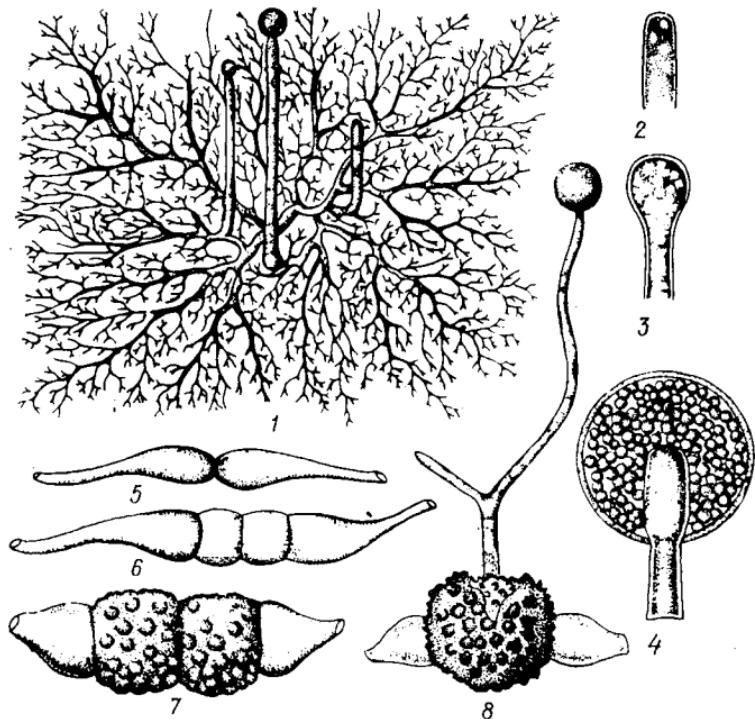


Рис. 33. Гриб мукор:

1 — мицелий мукора со спорангиями; 2, 3, 4 — развитие спорангия; 5, 6, 7 — половой процесс и развитие зиготы; 8 — зрелая зигоспора и ее прорастание

Класс аскомицеты, или сумчатые грибы, — Ascomycetes

У представителей этого класса хорошо развитый членистый мицелий. Гифы разделены поперечными перегородками на отдельные членики, которые часто называют клетками. Членики в отличие от клеток имеют в разделяющих перегородках крупные центральные отверстия, через которые могут передвигаться цитоплазма и ядра из одного участка гифы в другой. Членики многоядерные, реже одноядерные. У дрожжей мицелий почти отсутствует.

Размножаются сумчатые грибы спорами, которые образуются в асках (сумках). Образованию спор предшествует половой процесс, протекающий в скрытой форме (рис. 34).

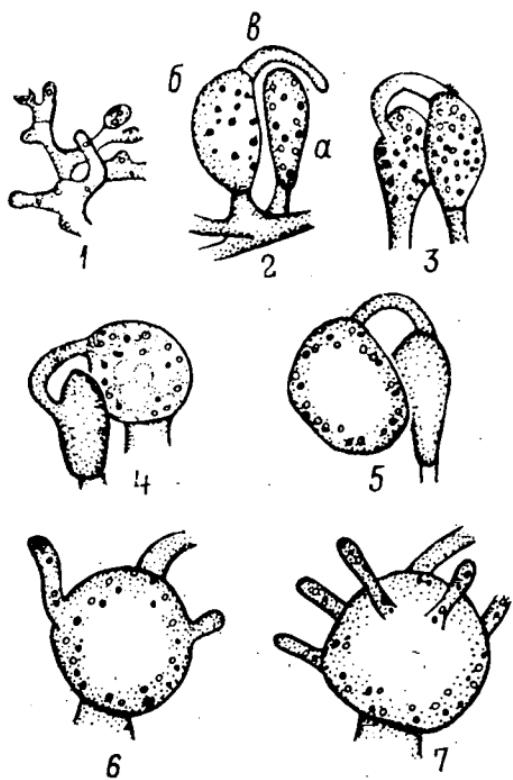


Рис. 3. Половой процесс у сумчатого гриба пиронемы:

1 — мицелий; 2 — сближение разнополых гифов: а — антеридий; б — аскогон; в — трихогина; 3, 4 — переход содержимого из антеридия в аскогон; 5 — образование дикарнона в аскогоне; 6, 7 — образование аскогенных гиф с дикарионами

На гифах мицелия образуются органы полового размножения, на одних женские — архикарпы (видоизмененные оогонии), на других мужские — антеридии. Архикарп состоит из нижней, расширенной, части аскогона и верхней, трубчатой, изогнутой — трихогины; антеридий — одноклеточное цилиндрической формы образование. При соприкосновении этих органов трихогина врастает своим концом в полость антеридия, и содержимое

антеридия перемещается в аскогон, где их протоплазмы сливаются, а мужские и женские ядра не сливаются и располагаются попарно в так называемые дикарионы.

Зигота без периода покоя начинает прорастать в аскогенные гифы, которые разветвляются, ядра делятся, умножая число дикарионов, которые перемещаются во все окончания ветвящихся аскогенных гифов. Из конечных клеток аскогонных гифов развиваются сумки, эти клетки разрастаются, в них происходит слияние ядер дикариона и образование ядра. Ядро делится, образуются 8 гаплоидных ядер будущих спор.

У сумчатых грибов диплоидная фаза развития захватывает период от зиготы до сумки. Она характеризуется наличием не диплоидных ядер, а гаплоидных, попарно сближенных. Иногда аски с аскоспорами образуются прямо на гифах, чаще же во время ветвления аскогенные гифы со всех сторон оплекаются обычными гаплоидными гифами.

Плотные сплетения вегетативных и аскогенных гиф с сумками образуют так называемые плодовые тела. Слой, где располагаются сумки, называется гимениальным. Между сумками расположены бесплодные гифы-парафизы. По строению плодовые тела могут быть трех типов:

1) клейстотеций — замкнутое плодовое тело, сумки освобождаются лишь при разрушении его оболочки;

2) перитеций — грушевидной формы полузамкнутое плодовое тело с отверстием в верхней части;

3) апотеций — открытые блюдцевидной формы плодовые тела.

Кроме сумчатого плодоношения, эти грибы размножаются конидиями, оидиями.

Класс аскомицеты делится на три подкласса: голосумчатые, или первичносумчатые, собственносумчатые и асколокуллярные.

Подкласс голосумчатые, или первичносумчатые, — *Gymnoascomycetidae*, *Protoascomycetidae*. Сумки развиваются непосредственно на мицелии, плодовых тел нет. К этому классу относятся дрожжевые грибы (пивные, или хлебопекарные, и винные дрожжи) *Saccharomyces*. Это одиночные одноядерные клетки. Размножаются, как правило, почкованием, но при истощении питательной среды ядро вегетативной клетки дважды делится и образуется сумка с 4—8 аскоспорами.

Некоторые виды голосумчатых (тафрины) вызывают поражение стеблей, листьев, цветков, плодов растений, способствуют их разрастанию и деформации. Листья имеют неровную, волнистую, нередко скрученную поверхность, пораженные побеги образуют скрученные пучки — «ведьмины метлы», плоды приобретают уродливую форму. Виды тафрины часто поражают сливу, черемуху, вишню, персик.

Подкласс собственносумчатые, или плодосумчатые, — *Saproascosomycetidae*, *Euascomycetidae*. У представителей этого подкласса сумки развиваются в специальных органах спороношения — плодовых телах, различных по форме и величине.

Клейстотеций, т. е. замкнутое шарообразное плодовое тело, имеют кистевик, или пеницилл — *Penicillium*, леечный гриб — *Aspergillus* и мучнистая роса — *Sphaerotilus*.

Виды кистевика встречаются в почве, на плодах, пищевых продуктах в условиях повышенной влажности. Они образуют зеленую или сизую плесень. Некоторые продуцируют антибиотик — пенициллин, который используется для борьбы с инфекционными заболеваниями человека, убивая или подавляя развитие прежде всего патогенных микроорганизмов.

Бесполое размножение кистевика происходит конидиями; конидиеносцы — многоклеточные, на верхушке ветвятся в виде своеобразной кисточки. Половой процесс наблюдается редко.

Леечный гриб — аспергилл развивается на плодах и других растительных продуктах. Конидиеносцы одноклеточные. Мучнистая роса — сферотека поражает крыжовник, смородину. На листьях, стеблях и колосьях злаков в виде белых паутинистых, потом розовеющих подушечек развивается мучнистая роса злаков. Микросфера альфитоидес — *Microsphaera alphitoides* поражает листья и молодые побеги дуба.

Плодовое тело в виде перитеция имеет спорынья — *Claviceps*. Спорынья (*C. rigiginea*) паразитирует на злаках, в ос-

новном на ржи. В конце лета в колосьях ржи вместо зерновок образуются черно-фиолетовые рожки, склероции, которые состоят из плотного переплетения гиф. Склероции перезимовывают в земле и прорастают после промораживания. Весной на отсыревших склероциях появляются на ножках красноватые головки, в которых развиваются аскогон и антеридий. После оплодотворения из зиготы развиваются аскогенные гифы с дикарионами, образуются перитеции с сумками. Ко времени цветения ржи в сумках созревает по 8 спор. Они переносятся ветром или насекомыми на цветки колосьев, где прорастают в мицелий. Мицелий внедряется в завязь пестика, разрастается, образует конидии, которые попадают на здоровые цветки и заражают их. К концу лета в опустевших и ненормально разрастающихся завязях мицелий уплотняется, образуется так называемый склероций. Споры нынче сильно уменьшают урожай зерна, кроме того, она ядовита из-за содержания ядовитых алкалоидов.

Сморчок — *Morchella esculentos* сапрофитный гриб. Встречается в лесу рано весной. Плодовое тело (апотеций) состоит из шляпки с морщинистой поверхностью, выстланной гимением, и ножки. Плодовое тело съедобно. Близкий к нему строчок содержит ядовитую кислоту, которая разрушается после длительного кипячения.

Класс базидиомицеты, или базидиальные грибы,— Basidiomycetes

Это большой класс грибов, насчитывающий около 30 тыс. видов. Органом полового спороношения является базидия, откуда этот класс и получил свое название.

Образованию спор, как и у сумчатых грибов, предшествует половой процесс, но специальных органов полового размножения у них не образуется. Споры формируются на особых (мешковидной формы) базидиях. Одни базидиомицеты образуют плодовые тела, другие нет, у них базидии возникают прямо на гифах. Базидиомицеты подразделяются на 3 подкласса; холобазидиомицеты, гетеробазидиомицеты и телиоспоромицеты.

Подкласс холобазидиомицеты — *Holobasidiomycetidae*. Сюда относится группа порядков гименомицеты — Нутелопотусетиды. Это в основном сапрофиты, среди которых много полезных, съедобных грибов, но есть ядовитые и опасные разрушители живой и мертвый древесины. У этих грибов плодовые тела хорошо развиты. Базидии одноклеточные и вместе с бесплодными гифами образуют гимений, или гимениальный слой. Он развивается на гименофоре (плотная основа плодового тела из сплетенных гиф), который может быть трубчатым и пластинчатым. Трубчатый гименофор имеют представители семейства труто-

виковых и болетусовых, пластинчатый — грибы из семейства пластинниковых.

К семейству трутовиковых — Polyporaceae относятся домовый гриб — *Serpula lacrymans* — разрушитель деревянных материалов (балок, перекрытий), настоящий трутовик — *Fomes*

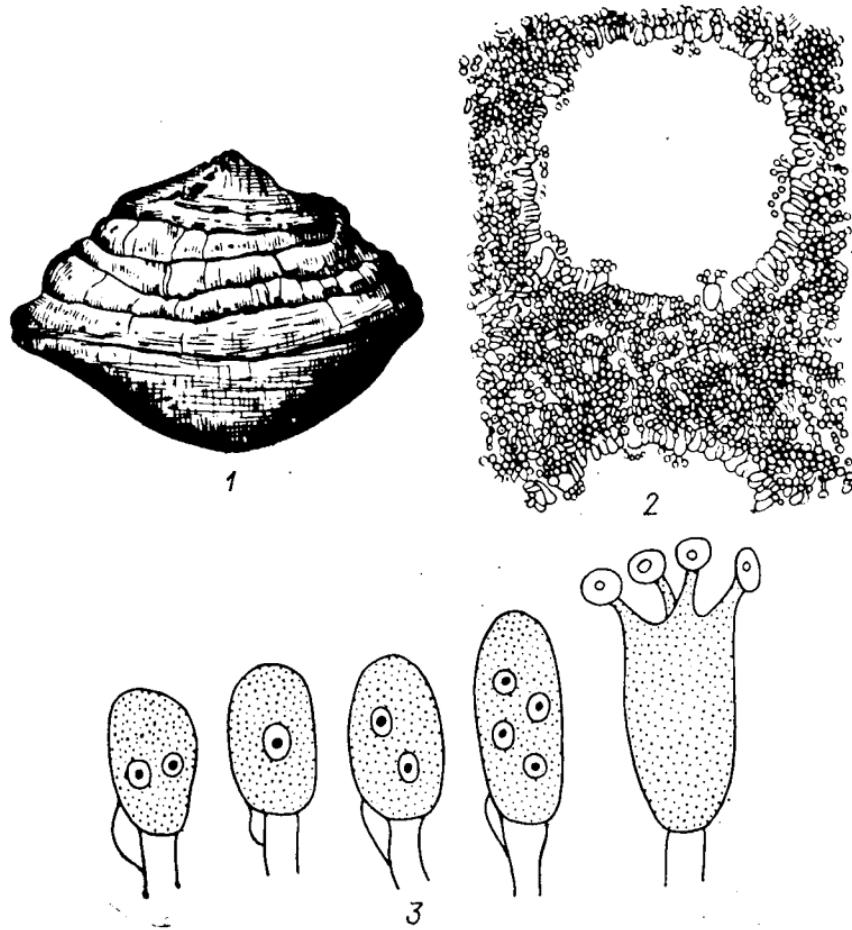


Рис. 35. Настоящий трутовик:

1 — плодовое тело; 2 — поперечный разрез через трубчатый гименофор; 3 — развитие базидиоспор

fomentarius, который паразитирует на березе, буке, имеет многолетнее тело (копытообразной формы) (рис. 35). На многих лиственных породах (осина, ольха, береза, дуб) паразитирует ложный трутовик — *F. igniarius*, вызывающий образование дупел. Березовый гриб чага — *Inonotus obliquus* образует черные растрескивающиеся наросты на березе.

Почти все виды семейства болетусовых — Boletaceae вступают в симбиоз с корнями высших растений, образуя эктотроф-

ную микоризу. Все они имеют мясистые, толстые плодовые тела разной окраски с трубчатым гименофором. Большинство видов съедобны. Наиболее ценные виды рода *Boletus* и в первую очередь белый гриб — *B. edulis*, он образует микоризу с очень многими лиственными и хвойными породами — дубом, березой, грабом, лещиной, лиственницей, сосной, елью, т. е. встречается во всех типах леса. Для некоторых же представителей характерна приуроченность к определенным типам леса и видам деревьев. Подосиновик — *B. aurantiacus* — в осиновых лесах, подберезовик — *B. scaber* — в березовых. К этому семейству относится и ядовитый чертов гриб — *B. satanas*.

Представители семейства пластинниковых — *Agaricaceae* чаще всего сапрофиты, редко встречаются среди них паразиты (опенок), большинство относится к съедобным грибам. Плодовые тела их мясистые с «пеньком» и шляпкой, на нижней стороне которой расположены радиально расходящиеся пластинки гименофора. Сюда относятся шампиньон — *Agaricus edulis*, груздь — *Lactarius resimus*, рыжик — *L. deliciosus*, сильно ядовитые мухоморы: мухомор красный — *Amanita muscaria*, мухомор зеленый (бледная поганка) — *A. phalloides*.

Подкласс телиоспоромицеты — *Teliosporomycetidae*. Включает типичные грибы-паразиты, не имеющие плодовых тел. Базидии 4-клеточные, так называемые фрагмобазидии, наверху каждой клеточки образуется спора. Наиболее важное значение имеют два порядка: головневые и ржавчинные.

Порядок головневые — *Ustilaginales*

Сюда относятся паразиты различных травянистых растений, многие из них паразитируют на зерновых культурах. Пораженные репродуктивные органы обычно полностью разрушаются и имеют как бы обгорелый вид, отсюда их название. На вегетативных органах образуются пятна, вздутия, галлы. Это узко-специализированные паразиты. Одни виды заражают завязь во время цветения, другие — проростки во время прорастания семян, третьи заражают растение на всех стадиях.

Порядок ржавчинные — *Uredinales*

К этому порядку относятся многие паразиты различных травянистых и древесных растений. Поражают они главным образом листья и молодые стебли. Ржавчинные грибы имеют сложный цикл развития, который протекает на одном или нескольких растениях. Например, хлебная (линейная) ржавчина — *Russinia graminis* свой полный жизненный цикл развития совершает при наличии двух хозяев — растений барбариса и пшеницы. Весной на листьях барбариса появляются желтые пятна, образованы они мицелием гриба, на котором развива-

ются окрашенные в желтый цвет колбообразные вместилища—пикниды. Внутри пикnid образуются разнополые пикноспоры. Возможно, они попарно сливаются и дают начало диплоидному мицелию, который проникает на нижнюю часть листа в губчатую паренхиму.

На мицелии развиваются эцидии с эцидиоспорами, которые разносятся на листья или стебли пшеницы, где прорастают в мицелий. На этом мицелии возникают и располагаются линиями вдоль жилок листа уредоспоры (летние споры). На увядших листьях и стеблях пшеницы уредоспоры сменяются телейтоспорами (зимними спорами), имеющими толстую оболочку. Весной телейтоспора прорастает в базидию, на которой образуются базидиоспоры. Они попадают на молодые листья барбариса, и цикл развития повторяется. Для борьбы с ржавчинными грибами рекомендуется уничтожать их так называемых промежуточных хозяев (барбарис, крушину, лещину, сорные травы).

Класс несовершенные грибы — Deuteromycetes

Мицелий у этих грибов хорошо развит. Сюда относятся как паразиты, так и сапрофиты, довольно широко распространенные в природе. Некоторые виды вызывают тяжелые заболевания и гибель высших растений. У всех представителей этого класса отсутствует половой процесс, размножаются они конидиями. Представители рода фузариум — *Fusarium* поражают сеянцы культурных растений, вызывают болезни растений — фузариозы. У вязов возникает голландская болезнь, выражаясь в их массовом усыхании. На листьях тополя, груши, смородины появляются различные пятнистости.

Значение грибов. Грибы широко распространены в природе и имеют большое значение. Они играют большую роль в круговороте веществ в природе, вместе с бактериями очищают земли от мертвых остатков, вызывая разложение органических веществ. Разложение опада, минерализация одревесневших растительных тканей осуществляются главным образом грибами. Наиболее многочисленна и разнообразна группа почвенных грибов, особенно на лесных почвах. Грибы довольно быстро заселяют древесные остатки в лесу и на вырубках, поэтому они являются важным звеном в сложном процессе разложения опавших сучьев и порубочной древесины. Многие сапрофиты поселяются на пнях, остатках корней.

Некоторые грибы живут в симбиозе с высшими растениями, образуя микоризу, или грибокорень. Грибы из корней высших растений получают растворимые углеводы, высшие же растения при посредстве гиф гриба извлекают воду, минеральные вещества. Гриб минерализует недоступные высшему растению органические соединения и способствует поступлению в корни

азота и фосфора. У многих грибов-микоризообразователей, как указывалось, нет узкой приуроченности к определенному виду растений, поэтому они встречаются в хвойных и в лиственных лесах (белый гриб); некоторые же образуют микоризу только с определенным растением (подберезовики, подосиновики). Часть растений нуждается в микоризе (сосна, ель, лиственница, дуб), это сильномикотрофные растения, есть слабомикотрофные (береза, вяз, липа, ива) и немикотрофные (белая и желтая акации, ясени, бересклеты).

Некоторые грибы, однако, наносят вред лесному хозяйству, поражая как растущие деревья, так и деловую древесину. По данным чешского миколога В. Рипачека (*Жизнь растений*, т. 2), дереворазрушающие грибы в среднем уничтожают 10—30% заготовляемой древесины. Грибы вызывают разрушение древесины в деревянных строениях (перекрытиях, балках домов, в шпалах, деревянных мостах, заборах). Некоторые грибы являются паразитами, вызывающими заболевания как растительных, так и животных организмов. Пищевое значение имеют съедобные грибы. Некоторые грибы дают антибиотики и витамины, вызывают дрожжевое брожение.

§ 19. ОТДЕЛ ЛИШАЙНИКИ — LICHENOPHYTA

Насчитывает 18—20 тыс. видов. Лишайники представляют собой сложный организм на основе симбиоза — гриба, водоросли и бактерий, которые в процессе эволюции приспособились к тесному сожительству и образовали новый организм, качественно отличающийся от всех компонентов. Грибы, входящие в состав лишайников, относятся к сумчатым, реже базидиальным и фикомицетам (у тропических видов); водоросли — к сине-зеленым или зеленым; бактерии — к азотфиксирующими. Каждый вид лишайника содержит определенный вид гриба и водоросли. Двойная природа лишайников впервые была установлена в 1867 г. русскими учеными А. С. Фаминцовым и О. А. Баранецким. П. А. Генкель и Л. Южакова в 1936 г. обнаружили третий компонент лишайника — бактерии, способные усваивать свободный азот воздуха. Все эти организмы тесно сочетают свое развитие и обмен веществ. Водоросли создают органические вещества, которыми питается гриб.

Гриб может формировать так называемые гаустории, которыми внедряется в клетки водоросли и поглощает их содержимое. Многочисленные исследования взаимоотношений в теле лишайника говорят о своеобразном паразитизме гриба. В то же время гифы гриба защищают клетки водоросли от иссушения и механических повреждений, а также снабжают ее водой с растворенными минеральными солями. При искусственном разделении этого симбиоза водоросль способна продолжать существовать самостоятельно, гриб же чаще всего погибает. Ли-

шайники приспособились к произрастанию в крайних, экстремальных условиях климата и субстрата, где ни один из компонентов порознь существовать не может. Поэтому лишайники и являются первыми поселенцами незаселенных пространств (на скалах, корке деревьев), занимают большие площади в тундрах.

Тело лишайника представляет собой слоевище, не дифференцированное на органы. Большую часть слоевища образуют

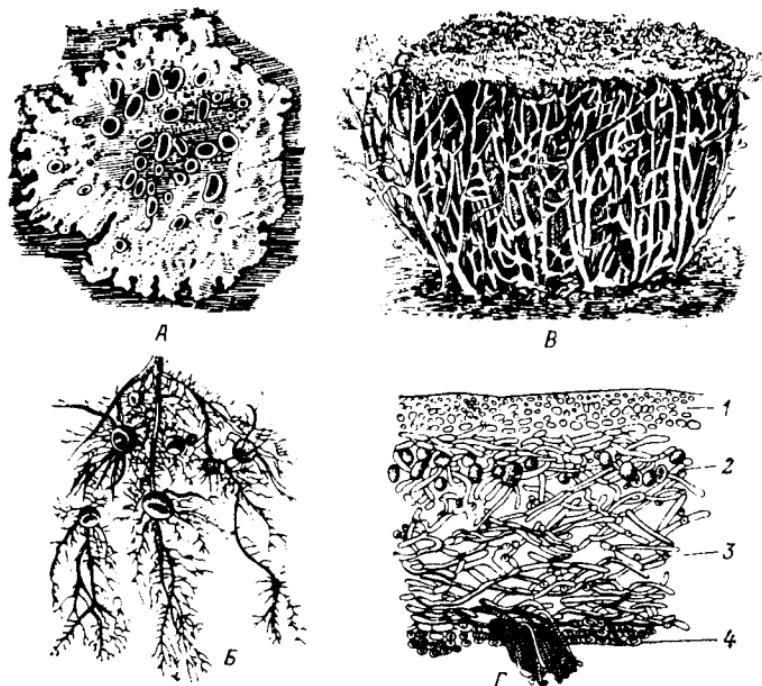


Рис. 36. Лишайники:

A — листовой лишайник пармелия; *Б* — бородатый лишайник; *В* — кладония; *Г* — разрез слоевища пармелии: 1 — верхний корковый слой; 2 — гонидиальный слой; 3 — сердцевидный слой; 4 — нижний корковый слой

переплетения гиф гриба; клетки водоросли равномерно распределены среди гиф (гомеомерные лишайники) или чаще приурочены к определенному месту, образуя так называемый гонидиальный слой (гетеромерные лишайники) (рис. 36).

Слоевища лишайников могут быть трех типов: 1) накипные — в виде корки, очень плотно срастающейся с субстратом (кора, камень), нередко врастаящие в него; 2) листоватые — в виде дихотомически надрезанных лопастей, слабо прикрепляющихся к субстрату; 3) кустовидные — в виде ветвящихся стебельков, слабо прикрепляющихся к субстрату.

Размножаются лишайники преимущественно вегетативно — обломками слоевища или специальными органами — соредиями

или издиями. Соредии образуются внутри гонидиального слоя и состоят из небольшого числа клеток водоросли и оплетающих их гиф гриба. Через разрыв в слоевище они выпадают наружу и разносятся ветром. В благоприятных условиях образуют новый таллом. Изидии также состоят из водоросли и оплетающих их гиф гриба, но образуются в виде выростов на поверхности таллома.

Каждый из компонентов способен размножаться самостоятельно. Гриб может размножаться спорами, прорастающими в мицелий. Но лишайник образуется лишь в том случае, если гифы гриба встретят на своем пути соответствующую водоросль, которая размножается делением клеток.

Лишайники широко распространены в тундре, лесотундре, где служат кормом для северных оленей (различные виды кладонии, называемые ягелем или оленым мхом).

Поселяются лишайники на самых бесплодных местах (бедных почвах, скалах), являются пионерами растительности, на плодородных почвах вытесняются быстрорастущими высшими растениями. Лишайники не выносят затенения и требовательны к чистому воздуху. Фотосинтез и накопление органических веществ у них идет очень медленно. Прирост за год незначительный: у корковых 1—8 мм; у листоватых и кустистых 1—35 мм.

Некоторые лишайники используются в качестве красителей в ткацком деле, в медицине и в парфюмерии. Наиболее распространено несколько видов лишайников. На Севере, в таежной зоне, в сухих сосновых лесах и на вырубках почти сплошной покров образуют различные виды кладоний (*Cladonia*): альпийская — *C. alpestris*, лесная — *C. sylvatica*, рангиферина — *C. rangiferina*, цетрария исландская — *Cetraria islandica*. На коре деревьев различных пород поселяются лишайник бородатый — *Usnea barbata* в виде длинных свешивающихся разветвленных серовато-белых «бород», эверния лентовидная — *Evernia prunastri* в виде узколопастного зеленовато-желтого слоевища и золотянка — *Xanthoria parietina*, имеющая вид желтой накипи.

Глава IV

ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ

Высшие растения — это преимущественно растения суши. Происхождению наземной растительности предшествовал очень длительный период, в течение которого развивались многообразные типы водорослей. Первые наземные растения появились в силурском периоде. Большинство ботаников связывает происхождение высших растений с вымершими формами зеленых водорослей, допуская, что в весьма отдаленном прошлом существовали виды зеленых водорослей с дихотомическим ветвле-

нием слоёвища, многоклеточными гаметангиями и разными типами чередования поколений. Переход к наземному существованию сопровождался выработкой специальных приспособлений для водоснабжения и обеспечения процесса полового размножения. Тело высших растений сложного строения. У них, как указывалось, имеются органы — стебель, лист и корень (исключение составляют мхи), которые в свою очередь дифференцированы на ткани — покровную, проводящую, ассимиляционную, запасную, механическую и т. д.

Для высших растений характерно наличие многоклеточных органов бесполого размножения (спорангииев) и многоклеточных половых органов (гаметангииев). Мужские называются антеридиями, а женские архегониями. В антеридиях образуются мужские половые клетки (гаметы), в архегониях — женские.

В жизненном цикле высших растений закрепилось уставившееся у водорослей чередование двух фаз, или поколений, полового (гаметофита) и бесполого (спорофита). На гаметофите развиваются органы полового размножения. Гаметофит может быть обоеполый, когда на нем развиваются антеридии и архегонии, или однополый, тогда мужской гаметофит несет только антеридии, а женский — архегонии. При слиянии мужской и женской гамет образуется новая клетка — зигота с двойным (отцовским и материнским) набором хромосом ($2n$). У большинства растений из зиготы развивается зародыш нового растения, а из зародыша собственно спорофит. Зигота, все клетки зародыша и взрослого растения содержат двойной набор хромосом. На спорофите образуются спорангии, внутри которых в результате редукционного деления образуются споры. Каждая спора представляет собой мелкое одноклеточное образование с гаплоидным (n), одинарным, набором хромосом. У многих высших растений образующиеся споры одинаковы и дают начало обоеполому гаплоидному гаметофиту, на котором развиваются антеридии и архегонии. Но у большинства высших растений образуются спорангии и споры двух типов — микроспорангии с микроспорами и мегаспорангии с мегаспорами. Из каждой микроспоры развивается один мужской гаметофит, а из мегаспоры — один женский. Поэтому микроспоры называют «мужскими спорами», а мегаспоры — «женскими». Полный жизненный цикл высшего растения (от зиготы до зиготы) состоит из гаметофита (период от споры до зиготы) и спорофита (период от зиготы до образования спор). У плаунов, хвощей и папоротников эти фазы представляют собой как бы отдельные физиологически самостоятельные организмы. У семенных же растений и мхов они перестали быть самостоятельными: одно из двух поколений соподчинено другому и как бы сведено к его органу. У мхов гаметофит является самостоятельной фазой жизненного цикла, а спорофит сведен до его своеобразного органа — спорогона.

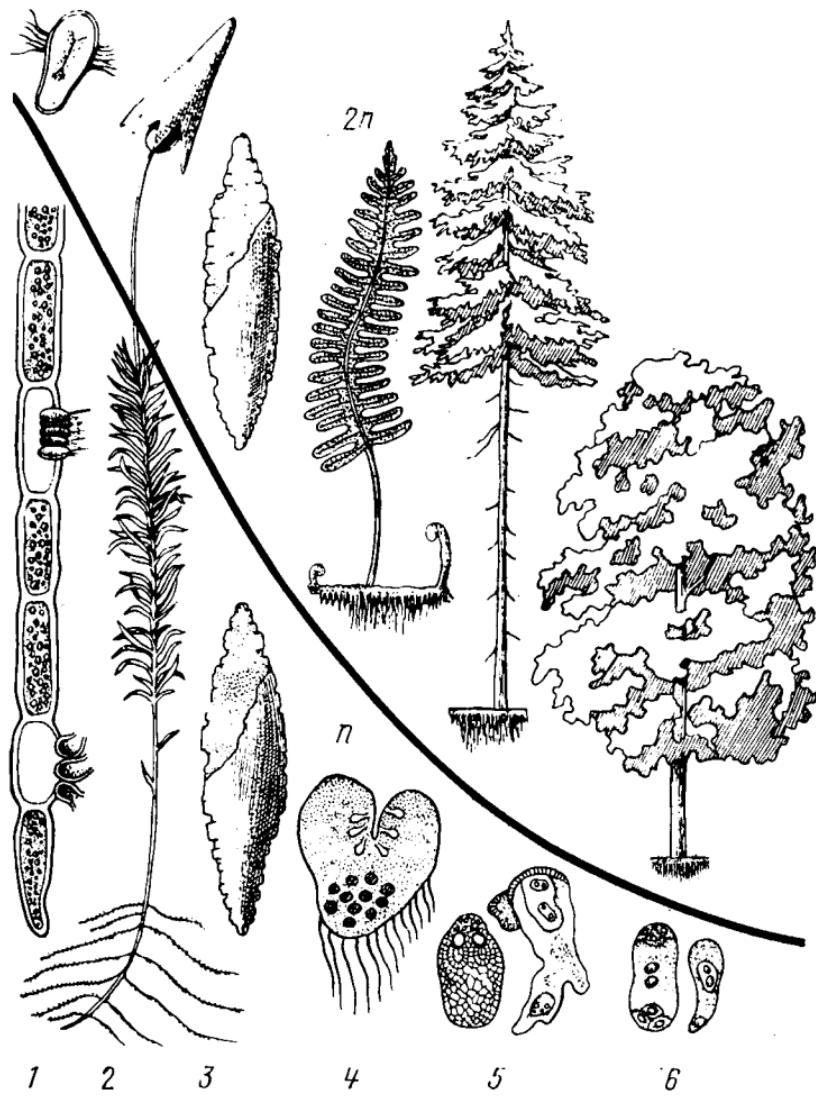


Рис. 37. Изменение растений в процессе эволюции:

n — увеличение размеров и значение бесполого поколения; $2n$ — редукция размеров полового поколения; 1 — водоросли; 2 — мхи; 3 — водоросли; 4 — папоротники; 5 — голосеменные; 6 — покрытосемянные (по К. Вилли и В. Дётье, 1975)

Семенные растения лучше других приспособлены к наземному существованию. Спорофит у них в большинстве случаев многолетний. Гаметофит же существует непродолжительное время, утратил свою самостоятельность, развивается на спорофите.

Эволюция растений шла по пути неуклонной редукции гаметофида и постоянного совершенствования спорофита (рис. 37).

К высшим растениям относятся следующие отделы: риниевые (псилофиты), моховидные, псилотовые, плауновидные, хвощевидные, папоротниковые, голосемянные, цветковые.

§ 20. ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ, ИЛИ МХИ, — BRYOPHYTA

Насчитывает от 22 до 27 тыс. видов. Вопрос о происхождении моховидных окончательно не решен. Есть предположения о происхождении моховидных непосредственно от водорослей. Многие же признают, что моховидные, как и другие высшие растения, произошли от риниофитов.

Мхи имеют тело либо в виде слоевища, либо расчленены на стебель и листья, настоящих корней у них еще нет; у некоторых видов функцию корней выполняют ризоиды, которые от корней отличаются как строением, так и происхождением. Всасывание воды происходит также нижними частями стебля.

В жизненном цикле моховидных доминирует гаметофит (половое поколение), на котором развиваются органы полового размножения, спорофит (бесполое поколение) занимает подчиненное положение, тесно связан с гаметофитом и развивается на нем. Размножаются мхи спорами, могут размножаться и вегетативным путем — отдельными участками тела или особыми выводковыми почками.

Отдел моховидные делят на 3 класса: антоцеровые, печеночники и листостебельные мхи.

Класс печеночники, или печеночные мхи, — *Marchantiopsida*

Наиболее древний класс, представители его встречаются на разных континентах. Это в основном слоевищные мхи, хотя есть виды, имеющие стебель и листья. Представителем класса может служить мох маршанция — *Marchantia polymorpha*. Она распространена в сырых тенистых местах лесной зоны, на лесных пожарищах, по оврагам, канавам. Слоевище темно-зеленое, дихотомически разветвленное на широкие лопастные пластинки, имеющие дорзовентральную (спинно-брюшную) симметрию. Нижняя сторона слоевища светлее верхней. Сверху и снизу слоевище покрыто кожицеей, внутри имеются ассимиляционная ткань и клетки, выполняющие проводящую и запасающую функции. К субстрату слоевище прикрепляется ризоидами. На верхней стороне слоевища в особых «корзиночках» образуются выводковые почки, служащие для вегетативного размножения.

В основном маршанция размножается спорами. Маршанция — однополое растение (рис. 38). На женских слоевищах образуются подставки, заканчивающиеся разнолучевой звездочкой, на нижней стороне лучей образуются архегонии, которые имеют форму бутылочки или колбочки, узкая часть называется шейкой, расширенная — брюшком. В брюшке архегония

располагается яйцеклетка. На мужских слоевищах образуются подставки, заканчивающиеся диском, с верхней стороны которых в углублениях развиваются антеридии — овальной или круглой формы тела; где образуются мужские гаметы — подвижные сперматозоиды. При наличии свободной воды спер-

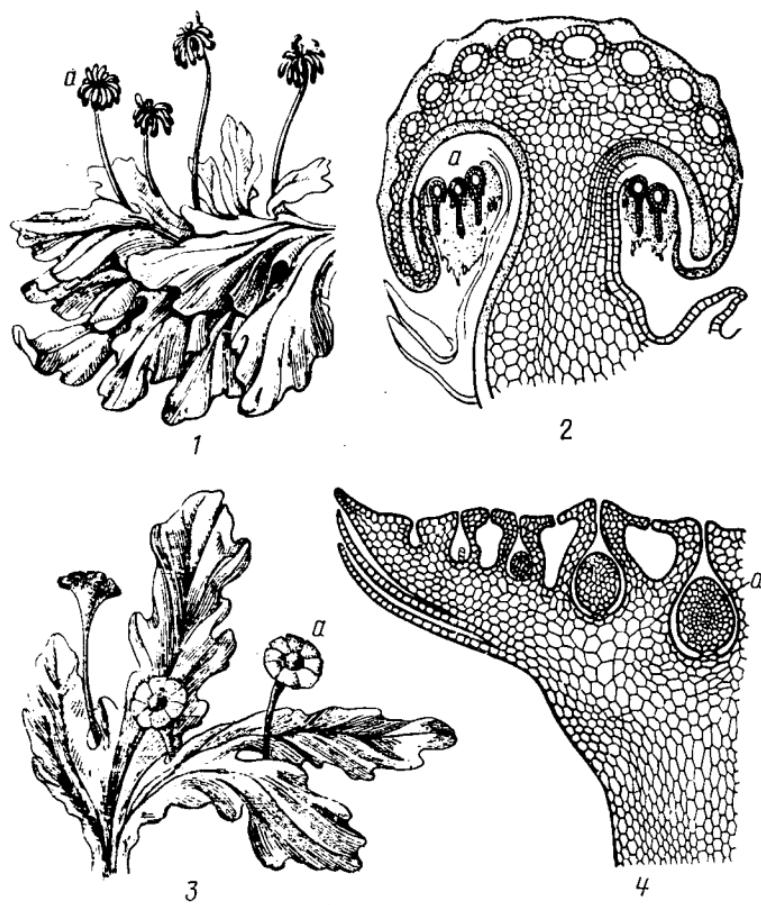


Рис. 38. Печеночный мох маршанция:

1 — женское слоевище: а — архегониеносец; 2 — продольный разрез через архегониеносец: а — архегоний с яйцеклеткой; 3 — мужское слоевище: а — антеридиеносец; 4 — продольный разрез через антеридиеносец: а — антеридия

матозоиды перемещаются, попадают в архегоний и сливаются с яйцеклеткой.

После оплодотворения из зиготы развивается спорогон. Он имеет вид шаровидной коробочки на короткой ножке. Внутри коробочки в результате редукционного деления спорогенной ткани образуются споры и элатеры (пружинки), служащие для разрыхления спор и способствующие их рассеиванию в сухую погоду. В благоприятных условиях споры прорастают, из

них развивается предросток, или протонема, в виде небольшой нити, из верхушечной клетки которой развивается слоевище маршанции.

Класс листостебельные мхи — *Bryopsida*

Представители этого класса широко распространены по всему земному шару, особенно в условиях холодного климата, на сырьих местах в сосновых и еловых лесах, в тундре. На торфяных и моховых болотах они образуют часто сплошной плотный ковер. Тело листостебельных мхов расчленено на стебель и листья, но настоящих корней нет, и функцию всасывания выполняют многоклеточные ризоиды, или нижние части стебля.

Листостебельные мхи делят на 3 подкласса: сфагновые, андреевые и бриевые. К подклассу бриевые мхи — *Bryidal* относятся широко распространенные лесные мхи, многие из которых являются показателями определенных почвенно-грунтовых условий. На богатых почвах с избыточным проточным увлажнением образуют покров *Rhytidadelphus triquetrus* и *Cladacium dendroides*. На почвах среднего плодородия растут *Hylocomium splendens*, *Pleurocium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis*.

На сухой песчаной почве встречаются *Dicranum polysetum* и *D. scoparium*. Широко распространен кукушкин лен *Polytrichum commune*, образующий густые дерновины на сырьих почвах в лесах, на болотах и лугах. Стебли его до 40 см высоты, неветвистые с густыми жесткими и острыми листьями. Растения однополые, как большинство мхов. Рано весной у них образуются органы полового размножения: на одних экземплярах мхов — группы архегониев, на других — антеридиев (рис. 39). Архегонии — это, как было указано, бутыльчатой формы многоклеточное образование, в расширенной части которого образуется женская гамета — яйцеклетка. Антеридий имеет вид удлиненного мешочка на короткой ножке. Внутри антеридия развиваются мужские гаметы — сперматозоиды со жгутиками.

Весной во время дождя или после росы сперматозоиды выходят из антеридия и проникают в архегоний, где сливаются с яйцеклеткой. Из оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) развивается многоклеточное тело, так называемый спорогоний или спорогон, имеющий вид коробочки на длинной ножке. Сверху коробочка в течение некоторого времени бывает покрыта волосистым колпачком, представляющим собой верхнюю часть разорванного архегония. В коробочке находится спорангий, внутри которого в результате редукционного деления образуются споры. Спора представляет собой небольшую клетку с двумя оболочками. Пружинки у кукушкина льна не образуются, но на верхушке коробочки по ее краю расположены

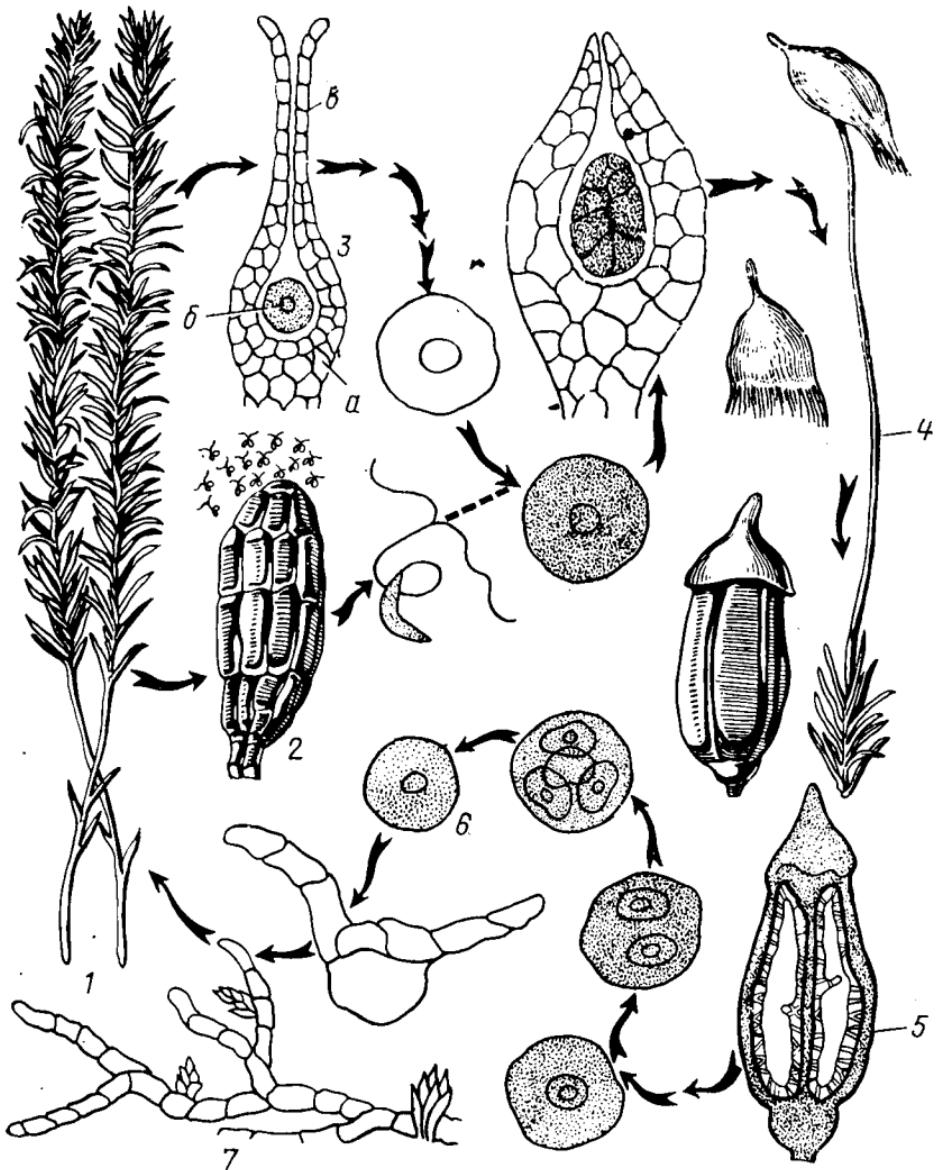


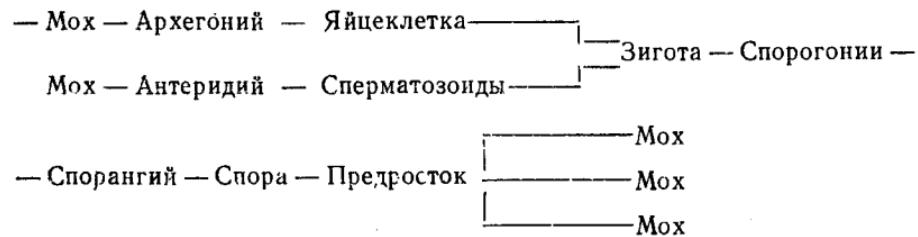
Рис. 39. Онтогенез (цикл развития) кукушкина льна:

1 — общий вид мужского и женского растения; 2 — антеридий со сперматозондами; 3 — архегоний: а — брюшко; б — яйцеклетка; в — шейка; 4 — спорогон с колпачком; 5 — продольный разрез коробочки; 6 — спора; 7 — протонема

женеи зубцы (перистом), которые в зависимости от влажности воздуха загибаются внутрь коробочки или отгибаются наружу и способствуют рассеиванию спор. Споры разносятся ветром и в благоприятных условиях прорастают, образуя длинные ветвистые зеленые нити — предростки, или протонему. По внешнему виду они напоминают зеленые нитчатые водоросли. Че-

рез некоторое время на предростке образуются почки, дающие начало новые листостебельным экземплярам мха.

Весь цикл развития мхов можно выразить следующим образом:



В цикле развития мхов наблюдается чередование поколений полового и бесполового. Половое поколение (гаметофит) дает органы полового размножения (архегонии и антеридии) и гаметы (яйцеклетки и сперматозоиды). Половым поколением в цикле развития мхов является все то, что развивается от споры до зиготы. Половое поколение гаплоидно, т. е. ядра всех его клеток имеют гаплоидное (одинарное) число хромосом.

Бесполое поколение (спорофит) дает органы бесполового размножения — споры. Бесполое поколение — это все то, что развивается из зиготы до споры. Оно диплоидно. В цикле развития мхов доминирующим поколением является половое, бесполое тесно связано совым, развивается на нем в виде своеобразного придатка, составляя с ним как бы одно целое и получает от него воду и пищу. Половое поколение в своем существовании еще тесно связано со свободной водой.

Подкласс сфагновые мхи — Sphagnidae. Широко распространены на болотах, особенно в северных широтах, где зачастую образуют сплошной моховой покров. Все сфагновые мхи имеют довольно однообразное строение и поэтому трудны для определения. У них сильно ветвистые, густо покрытые мелкими листьями стебли. На верхушке главной оси боковые веточки образуют розетку почковидной формы.

Особенностью сфагновых мхов является непрерывное нарастание стебля верхушкой и отмирание нижней части. Ризоиды у них отсутствуют, и поглощение воды с минеральными солями происходит стеблями. Листья этих мхов состоят из двух типов клеток: 1) живых ассимилирующих, длинных и узких, хлорофиллоносных; 2) геалиновых — мертвых, лишенных протопlasma. Эти клетки легко впитывают и долго удерживают воду, поэтому сфагновые мхи являются мощными «губками». Они способны накапливать и долго удерживать огромное количество воды, в 30—40 раз превышающее массу самого мха. Разрастаясь плотными дернинами, сфагновые мхи способствуют заболачиванию почв. На болотах насыщивание отмерших частей мха приводит к образованию торфяников. В образова-

нии сфагновых болот важнейшая роль принадлежит таким видам сфагнумов, как магелланский — *Sphagnum magellanicum*, бурый *Sph. fuscum*, узколистный — *Sph. angustifolium*, остроконечный *Sph. cuspidatum* и др.

Значение мхов. Обилие и почти повсеместное распространение видов мхов говорят об их большой роли в образовании растительного покрова, особенно в условиях холодного кли-

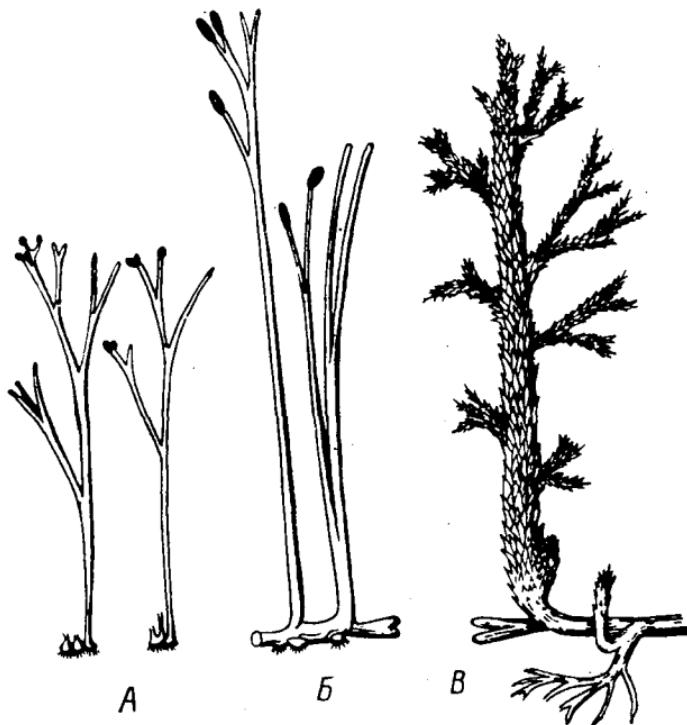


Рис. 40. Псилофиты:
A — хорнефит; B — риния; В — астероксилон

мата на сырых местах. Моховой покров имеет большое значение в регуляции испарения влаги из почвы в разных типах леса. Моховой покров в лесу, где преобладают сфагнум и кукушкин лен, в лесоводстве называется долгомошником. При увлажнении лесной почвы сфагновые мхи быстро разрастаются, вызывая нежелательное заболачивание лесов, при этом ухудшается аэрация почв, что приводит к затруднению возобновления древесных пород. На болотах, как уже указывалось, мхи участвуют в образовании ценного топлива — торфа. При сухой перегонке торфа получают такие продукты, как метиловый спирт, сахарин, воск, парафин, краски. Из 1 т сфагнового торфа получают путем гидролиза до 120 л спирта. Торф используется как строительный термоизоляционный материал

для трубопроводов, жилых зданий. Из него изготавливают бумагу, картон. Торф, особенно низинных болот, идет на изготовление торфоперегнойных горшочков и на удобрение. Сфагновый мох используется для хранения плодов и семян.

§ 21. ОТДЕЛ РИНИОФИТЫ, ИЛИ ПСИЛОФИТЫ,—RHYNIOPHYTA

Это ископаемые растения. Они были обнаружены в нижнедевонских отложениях Даусоном в 1859 г. и в девонских отложениях Шотландии Кидстоном и Лангом в 1913 г.

Эти древнейшие сухопутные растения являются родоначальниками сосудистых растений. Появились они в силурийский период палеозойской эры, просуществовали на Земле короткое время и уже к началу каменноугольного периода вымерли.

В Шотландии в 1913 г. в пластах рогового камня были обнаружены ископаемые остатки псилофитов — ринии (*Rhynia*) и хорнеофита (*Horneophytum*) (рис. 40). По дихотомическому ветвлению, строению проводящих пучков и другим анатомическим признакам псилофиты напоминают плауны. У них были тонкие дихотомически ветвящиеся стебли высотой 20—25 см, листьев не было или они имели форму мелких чешуек, корней тоже не было. На верхушке стеблей развивались споранги. Псилофиты — первые наземные растения.

§ 22. ОТДЕЛ ПЛАУНОВИДНЫЕ — LYCOPODIOPHYTA

Появление плауновых связывают с силурийским периодом палеозойской эры. В каменноугольный период они были широко представлены как древовидными, так и травянистыми формами. В настоящее время этот отдел представлен в основном травянистыми растениями со стелющимися, дихотомически ветвящимися стеблями и корнями, а также спирально расположеными чешуйчатыми листьями. У плауновидных листья возникли как выросты на осевых органах, и их называют филлоидами. У остальных высших растений листья образовались в результате уплощения боковых веточек. У плаунов есть флоэма, ксилема, перицикл. Отдел объединяет 2 класса: плауновые и полушниковые.

Класс плауновые — *Lycopodiopsida*

Порядок плауновые — *Lycopodiales*, единственный дошедший до наших дней. Представители его образуют споры одинаковой величины. Порядок содержит всего одно семейство — плауновые — *Lycopodiaceae*.

Род плаун — *Lycopodium*. Плауны распространены на всех континентах, но существенного значения в строении раститель-

ногого покрова не имеют. В травяном покрове хвойных лесов на почвах достаточно влажных, но бедных гумусом встречаются плауны булавовидный — *Lycopodium clavatum* и баранец Нипергия *selago* (*L. selago*). На сухих песчаных почвах в сосновых лесах растет плаун сплюснутый — *L. complanatum*. Особенности цикла развития плаунов рассмотрим на примере плауна булавовидного (рис. 41). Его стелющиеся побеги до 25 см.

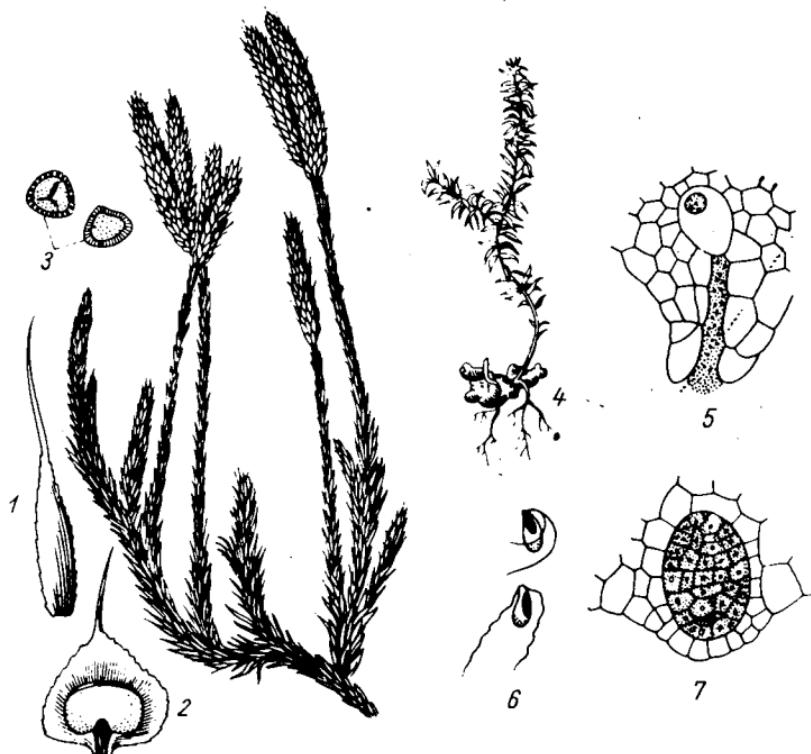


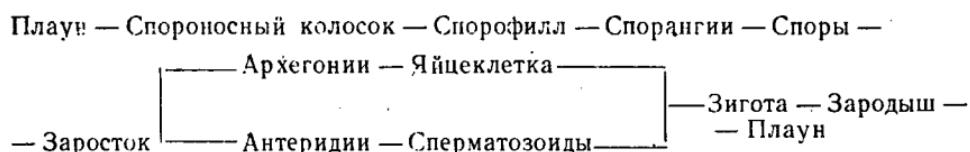
Рис. 41. Плаун булавовидный:

1 — бесплодный лист; 2 — спорофилл со спорангием; 3 — споры; 4 — заросток с молодым проростком; 5 — архегоний; 6 — сперматозоиды; 7 — антеридий

высоты достигают длины более 1 м. Стебли покрыты спирально расположеными ланцетно-линейными мелкими листьями. В конце лета на боковых побегах образуется обычно 2 спороспособных колоска. Каждый колосок состоит из оси и мелких, тонких спорофиллов — видоизмененных листьев, в основании которых расположены спорангии почковидной формы.

В спорангиях после редукционного деления спорогенной ткани образуются равной величины шаровидно-тетраэдрические споры, которые прорастают через 3—8 лет после высыпания в обоеополые заростки, представляющие собой половое поколение и живущие сапрофитно в почве в виде маленького

клубенька (до 5 мм). Заростки многолетние, развиваются очень медленно, лишь через 6—15 лет на них образуются архегонии и антеридии. Оплодотворение совершается при наличии воды. Оплодотворенная яйцеклетка — зигота без периода покоя прорастает, и образуется зародыш, развивающийся во взрослое растение. Период от образования спор до прорастания зародыша составляет 12—18 лет. Цикл развития плаунов можно выразить так:



В жизненном цикле равноспоровых плаунов чередуются фазы спорофита и гаметофита. Фаза спорофита охватывает период от зиготы до спор, а гаметофита — от споры до зиготы. Доминирует в жизненном цикле диплоидный спорофит. Споры плауна используют в металургической промышленности для фасонного литья.

Класс полушиниковые, или изоэтопсиды, — Isoëtopsida

Порядок селагинелловые — Selaginellales

Сюда относятся разноспоровые многолетние травянистые растения. Порядок представлен одним семейством и содержит около 500 видов, главным образом обитателей тропиков. В СССР произрастает 8 видов, изредка встречающихся во влажных местах на Карпатах, Кавказе и в других местах. Это травянистые растения с дихотомически ветвящимися прямостоячими или лежачими стеблями (рис. 42). Листья чешуйчатые. На верхушках некоторых побегов развиваются спороносные колоски. У большинства видов селагинелл в спороносных колосках имеются мегаспорофиллы с мегаспорангиями и микроспорофиллы с микроспорангиями. В микроспорангиях образуется много микроспор, в мегаспорангиях — 4 крупные мегаспоры. Прорастание спор происходит еще в спорангиях.

При прорастании микроспоры образуется сильно редуцированный (до одной вегетативной клетки) мужской заросток (гаметофит) с антеридием и многочисленными сперматозоидами; женский заросток развивается из мегаспоры, он многоклеточный, крупнее мужского заростка, в ткань его погружены архегонии, содержащие яйцеклетки. Из спорангии выпадают не споры, а заростки, находящиеся под оболочкой спор. После оплодотворения, которое происходит на почве при наличии воды, из зиготы развивается зародыш со всеми основными орга-

ганами взрослого растения. Проростки селагинеллы некоторое время прикреплены к гаметофиту и внешне напоминают проростки двудольных растений.

Особенностью селагинелловых является разноспоровость и образование редуцированных однополых заростков еще в спо-

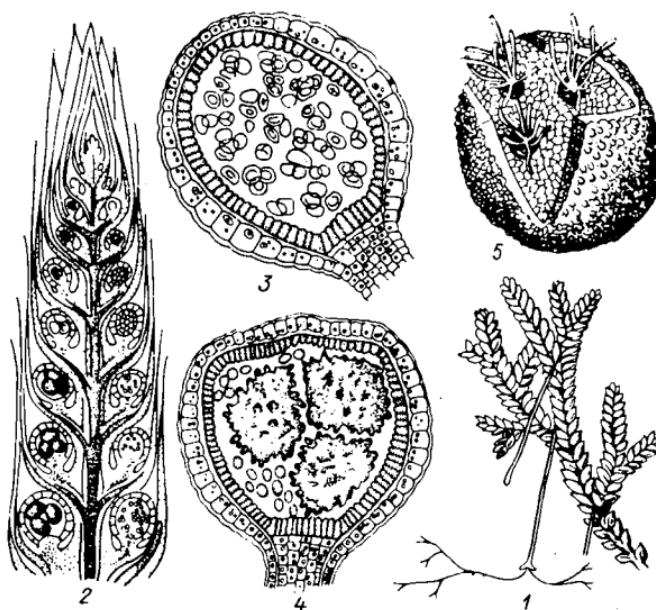


Рис. 42. Селагинелла:

1 — общий вид растения; 2 — колосок; 3 — микроспорангий; 4 — мегаспорангий; 5 — проросшая мегаспора с женским заростком (гаметофитом)

рангиях. Особенности цикла развития можно представить следующим образом:



В цикле развития селагинелл доминирует спорофит, гаметофит сильно редуцирован.

§ 23. ОТДЕЛ ХВОЩЕВИДНЫЕ — EQUISETOPHYTA

В настоящее время этот отдел представлен одним классом хвощевые — Equisetopsida, одним порядком — хвощевые — Equisetales, семейством хвощевые — Equisetaceae и единственным родом хвощ — Equisetum.

Род содержит 30—35 видов, распространенных почти на всех континентах мира, в СССР встречается 13 видов. У всех видов хвоща стебли с выраженным чередованием узлов и междоузлий (рис. 43). Листья редуцированы до чешуй и располагаются мутовками в узлах. Здесь же образуются и боковые ветви. Ассимиляционную функцию выполняют зеленые стебли, поверхность которых увеличивается ребристостью, стенки клеток кожицы пропитаны кремнеземом. Подземная часть хвощей представлена сильно развитым корневищем, в узлах которого формируются придаточные корни. У некоторых видов (хвощ полевой) боковые ветви корневища превращаются в клубни, которые служат местом отложения запасных продуктов, а также органами вегетативного размножения.

Весной на обычных или специальных спороносных стеблях образуются колоски, состоящие из спорофиллов, имеющих вид шестиугольных щитков, несущих 6—8 спорангииев. Внутри спорангииев появляются споры одинаковой формы и величины, но внутренне разнокачественные, так как при прорастании спор образуются мужские и женские заростки. Спора представляет собой клетку, окруженную четырьмя гигроскопичными спирально завитыми лентами, или элатерами, благодаря которым споры сцепляются вместе в комки, хлопья. Групповое распространение спор способствует тому, что при прорастании спор разнополые заростки оказываются рядом, и это облегчает оплодотворение. Заростки имеют вид небольшой длиннолопастной зеленой пластинки на нижней поверхности с ризондами. Мужские заростки меньше женских и несут по краям лопастей антеридии с многоядериковыми сперматозоидами. На женских заростках в средней части их развиваются архегонии. Оплодотворение происходит при наличии воды. Из зиготы развивается зародыш нового растения.

Цикл развития хвощей выглядит так:

Хвощ — Спороносные колоски — Спорангии —

Споры — Женский заросток — Архегонии —

Споры — Мужской заросток — Антеридии —

— Яйцеклетка —

— Сперматозоиды —

— Зигота — Зародыш — Хвощ

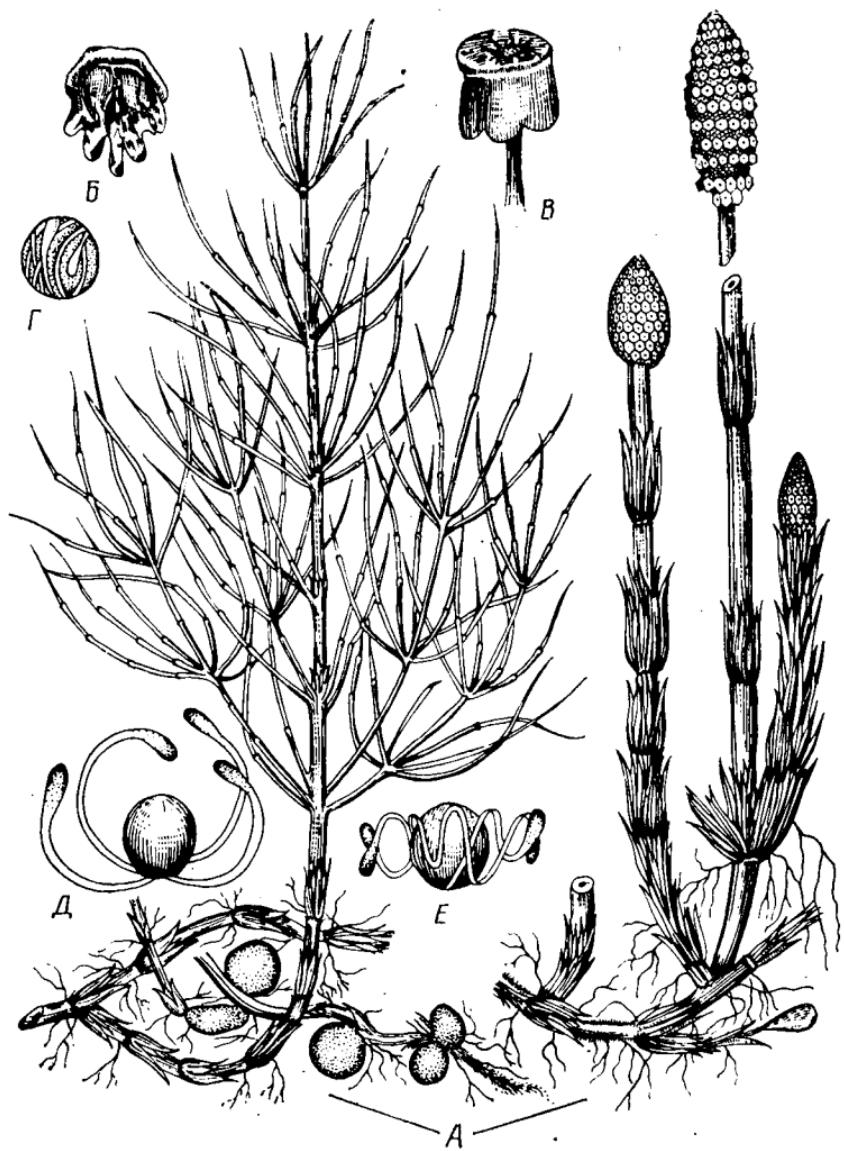


Рис. 43. Хвощ полевой:

A — растение спорофит с вегетативными (слева) и спороносными (справа) побегами; *B* — спорофилл со спорангиями; *Г, Д, Е* — споры

В цикле развития хвоцей чередуются фаза спорофита и гаметофита, доминирует фаза спорофита. В настоящее время большой роли в образовании растительного покрова хвоши не играют. В лесах на избыточно увлажненной почве широко распространен хвощ лесной — *Equisetum sylvaticum* с сильно ветвящимися, поникающими боковыми веточками. На лугах, паровых полях, в посевах, на железнодорожных насыпях часто

встречается трудноискореняемый сорняк хвощ полевой — *E. arvense*. У этого хвоща ранней весной появляются неветвящиеся побеги, несущие спороносные колоски, позднее из того же корневища развиваются зеленые вегетативные побеги. В лесной зоне на песчаных почвах и в оврагах широко распространен хвощ зимующий — *E. hyemale*. Некоторые виды хвощей используют как кормовое растение.

§ 24. ОТДЕЛ ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ — POLYPODIOPHYTA

У большинства живущих сейчас (исключая тропические) папоротников отсутствует надземный стебель, но есть подземный в виде корневища, придаточные корни и крупные листья. Листья папоротников часто называются вайями, они имеют стеблевое происхождение и длительно нарастают верхушкой, а не как листья своим основанием. Среди существующих в настоящее время папоротников имеются как равнospоровые, так и разноспоровые.

В лесах Австралии и Новой Зеландии произрастают древовидные представители с колонновидными, не ветвящимися до 20 м высоты стволами. В средней полосе папоротники — это многолетние корневищные травы, часто играющие довольно заметную роль во влажных местообитаниях. Многие папоротники, как и мхи, являются индикаторами почв и типов леса. В светлых лесах на песчаных или сухих подзолистых почвах распространен орляк — *Pteridium aquilinum*; на почвах среднего плодородия и увлажнения голокучник трехраздельный — (*Gymnocarpium dryopteris*); щитовник буковый — *Phegopteris connectilis*; на влажных, богатых почвах щитовник мужской — *Dryopteris filix-mas*, кочедыжник женский — *Athyrium filix-femina*, страусник — *Matteuccia struthiopteris*.

В середине лета на нижней стороне листьев или реже на специальных спороносных листьях (страусник) появляются группы спорангииев — сорусы, в виде коричневых бородавочек. Спорангии чечевицеобразной формы на довольно длинных ножках (рис. 44). Стенки спорангииев многоклеточные, располагаются однослойно. В спорангиях хорошо выражено механическое кольцо в виде узкой полосы, опоясывающее спорангий, но не смыкающееся. Оно выделяется неравномерным утолщением стенок клеток. Когда кольцо подсыхает, в свободной его части стенки спорангия разрываются и споры высыпаются. Механическое кольцо спорангииев является приспособлением для выбрасывания спор. Сорусы у многих папоротников прикрыты сверху своеобразным покрывалом — индузием.

В спорангиях образуются одноклеточные споры с толстой оболочкой. При созревании они разносятся током воздуха и в благоприятных условиях прорастают, образуя сердцевидной формы зеленую многоклеточную пластинку — заросток, при-

крепляющийся к почве с помощью ризоидов (рис. 45). Заросток представляет собой половое поколение папоротников (гаметофит). На нижней его стороне образуются окружлой формы

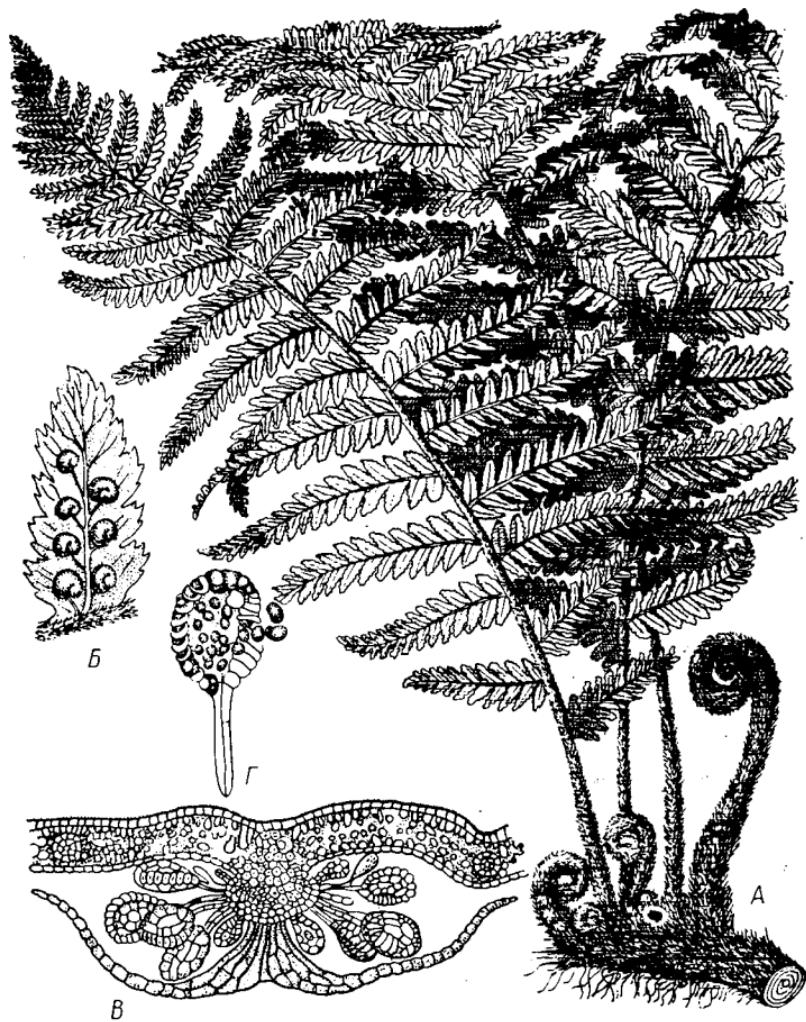


Рис. 44. Щитовник мужской:

A — растение спорофит; *Б* — часть листа с сорусами на нижней поверхности; *В* — поперечный разрез соруса с покрывающим его покрывальцем; *Г* — спорангий с высывающими спорами

антеридии, формирующие сперматозоиды и архегонии с яйцеклетками. При наличии свободной воды сперматозоиды проникают в архегоний и оплодотворяют яйцеклетку. Из зиготы развивается зародыш, имеющий все основные органы (корень, стебель и лист и как бы особый орган — ножку, прикрепляющую его к заростку). Постепенно зародыш начинает существовать независимо от спорофита.

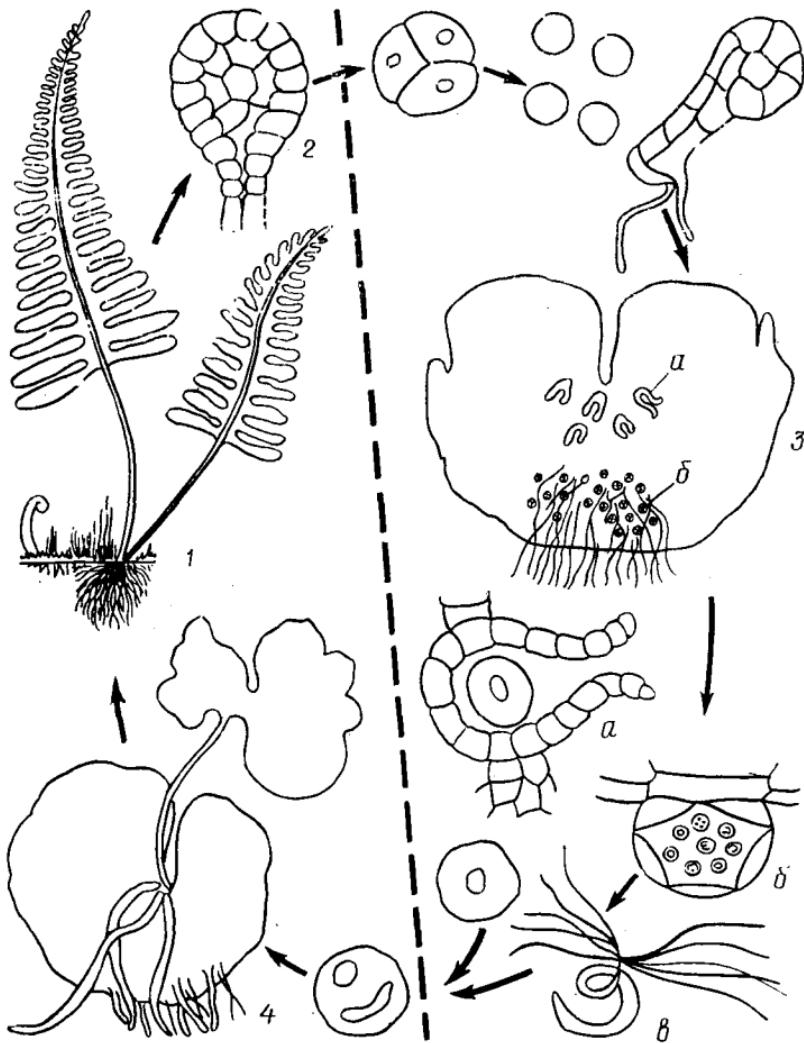
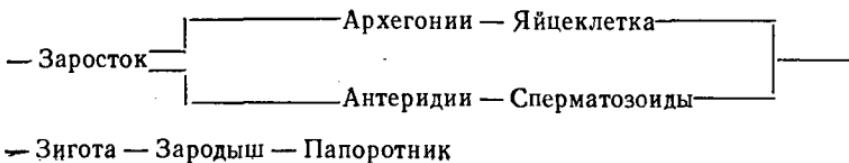


Рис. 45. Онтогенез папоротника:

1 — растение; 2 — спорангий; 3 — заросток: а — архегоний с яйцеклеткой; б — антеридий; в — сперматозонд; 4 — заросток и молодое растение

вовать самостоятельно, и заросток отмирает. Цикл развития папоротников можно выразить так:

Папоротник — Сорусы — Спорангии — Споры —



В цикле развития папоротников чередуются два поколения (фазы развития) — спорофит и гаметофит. Оба они развиваются самостоятельно. Доминирует спорофит.

Выводы. В связи с переходом к наземному образу жизни у растений наблюдалось усложнение их организации.

Мхи являются как бы промежуточными формами между водорослями и настоящими сухопутными растениями. У них много общего с водорослями: так, тело некоторых мхов имеет вид слоевища, у всех мхов нет настоящих корней и в цикле развития их, как и у большинства водорослей, преобладает гаметофит, который в своем развитии еще тесно связан с наличием свободной воды. Вместе с тем мхи — это уже сложно организованные растения. У большинства из них имеются листья, стебли (хотя и слаборазвитые) и ткани, а также многоклеточные органы полового размножения — архегонии и антеридии.

У плаунов, хвощей и папоротников, кроме стебля и листьев имеются настоящие корни. У них спорофит сложнее и долговечнее, чем гаметофит. Спорофит и гаметофит развиваются как самостоятельные растения, у мхов же спорофит развивается на гаметофите.

Эволюция высших споровых растений шла по пути все большего совершенствования строения спорофита и редукции гаметофита, которая сильнее всего выражена у разноспоровых плаунов и папоротников. Плауны, хвощи и папоротники появились много миллионов лет назад, но наибольшего распространения достигли в каменноугольный период палеозойской эры. Остатки этих растений со временем образовали толщи каменного угля.

Глава V

СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

Органом размножения всех семенных растений в отличие от споровых является семя, а не спора. Семя имеет ряд преимуществ по сравнению со спорой. Спора у споровых растений представляет собой одну плохо защищенную клетку, которая развивается и прорастает в благоприятных условиях на почве, давая гаметофит. Семя — это уже сложное многоклеточное образование, развивающееся на материнском растении. Семя содержит зародыш будущего растения, всегда имеет какое-то количество запасных питательных веществ и плотную оболочку. Из семян развивается спорофит, новое растение сложного строения. Появление семян явилось очень важным эволюционным этапом. Они позволяют растениям сохранить зародыш при неблагоприятных условиях в течение довольно длительного времени.

У семенных растений наблюдается дальнейшая редукция гаметофита и усложнение спорофита. Гаметофит теряет свою самостоятельность, развивается не на почве, а на спорофите.

Процесс оплодотворения уже не зависит от наличия свободной воды; мужские гаметы утратили подвижность и доставляются к женским гаметам пыльцевой трубкой.

К семенным растениям относят 2 отдела: 1) сосновые, или голосемянные, 2) цветковые, или покрытосемянные.

§ 25. ОТДЕЛ СОСНОВЫЕ, ИЛИ ГОЛОСЕМЯННЫЕ,— *PINOPHYTA, CYMNOSPERMAE*

Насчитывает около 800 видов. Это древние растения, ископаемые остатки которых находят в слоях девонского периода палеозойской эры, т. е. появились голосемянные примерно 350 млн. лет назад. В настоящее время голосемянные — это преимущественно деревья, реже одревесневающие лианы или кустарники. Ветвление в основном моноподиальное. Древесина почти целиком состоит из трахеид, сосудов нет, исключение составляют гнетовые. У немногих голосемянных крупные, часто рассеченные листья, похожие на вайи папоротников или листья пальм, у большинства — листья чешуевидные или игольчатые (хвоя). Голосемянные — преимущественно вечнозеленые растения. Размножаются семенами, которые образуются из семяпочек (семязачатков). Семяпочки и семена располагаются открыто на мегаспорофиллах, поэтому они и называются голосемянные. В цикле развития наблюдается правильная и последовательная смена двух поколений — спорофита и гаметофита. Доминирует спорофит.

Отдел голосемянные подразделяют на 6 классов: 1) семенные папоротники, 2) саговниковые, 3) беннеттиевые, 4) гингковые, 5) хвойные, 6) оболочкосемянные, или гнетовые.

Класс семенные папоротники — Pteridospermae

Это вымершие ископаемые растения. Они были представлены прямостоячими деревьями или лианами. Имели крупные перистосложные листья, похожие на вайи папоротников, и придаточные корни. Кроме ассимилирующих листьев, были двух типов спороносные — микроспорофиллы, на которых располагалась группа микроспорангии, и мегаспорофиллы, где помещались мегаспорангии — семяпочки, состоящие из нуцеллуса и интегумента. В семяпочках сохранялась лишь одна мегаспора, из которой развивался заросток (эндосперм и архегоний с яйцеклеткой). Мужские половые гаметы — сперматозиды. Оплодотворение и образование зародыша происходило на растении. Размножались они зародышами. От семенных папоротников произошли другие голосемянные. Семенные папоротники — переходная группа от папоротников к семенным растениям.

Класс саговниковые — Cycadopsida

Произошли от семенных пагоротников. В настоящее время это преимущественно обитатели тропических и субтропических областей Азии, Африки, Австралии и Америки. Внешне саговники похожи на пальмы или древовидные папоротники. Это деревянистые растения, несущие на вершине большие, длиной в 2 м и более, перистые листья. Растения двудомные, на одних развиваются микроспорофиллы, собранные в настоящее стробили — мужские шишечки (собрания микроспорофиллов) на других мегаспорофиллы, собранные в женские стробили. Наличие подвижных, снабженных жгутиками сперматозоидов является показателем древности класса.

Характерными представителями могут служить саговники — *Cycas pugnabyana*, *C. media*, произрастающие в тропиках и субтропиках. Это раздельнополые растения; мужские и женские шишечки образуются на разных растениях. Мужские шишечки одиночные длиной от 2 до 50—80 см. На нижней стороне микроспорофиллов расположены группами микроспорангии. Пыльца без воздушных мешков. Сперматозоиды крупные, многощупчиковые. Женские шишечки крупнее (до 1 м). Число семяпочек на мегаспорофиллах может быть разное. Семена не имеют периода покоя. В Австралии произрастает макрозамия, неветвистый или слабоветвистый стебель ее иногда достигает высоты 20 м. В сердцевине его накапливается много крахмала.

Класс беннеттитовые — Bennettitopsida

К этому классу относят ископаемые растения — беннеттиты *Bennettitae*. Они, как и саговники, внешне напоминают пальмы, но в отличие от них имеют обоеполую шишку (стробил).

Класс гinkговые — Ginkgopsida

В настоящее время этот класс представлен единственным видом гинкго двулопастный — *Ginkgo biloba*, произрастающим в Китае и Японии, где считается священным деревом буддистов. Культивируется в субтропиках почти всех частей света. В СССР хорошо растет на Южном берегу Крыма и на Кавказе.

Это высокие, сильноветвистые деревья, высотой до 30—40 м и диаметром до 3—4 м. Листья на длинном черешке, вееровидные с дихотомическим жилкованием, опадающие на зиму. Это двудомные растения. Микроспорофиллы с пыльниками (микроспорангиями) собраны в сережковидные шишечки в пазухах листьев укороченных побегов. Семяпочки (мегаспорангии) —

по 2 на конце короткого побега в пазухе листа. У них, как и у саговников и семенных папоротников, сперматозоиды подвижны.

Класс хвойные — Coniferopsida

Насчитывает около 700 видов. Это главным образом деревья высотой от 10—15 до 100 м, реже кустарники. Листья игло- и чешуевидные. Игловидные располагаются по спирали, реже мутовчато, одиночно на удлиненных побегах или собраны в пучки на укороченных. Чешуевидные листья расположены супротивно.

Растения однодомные, реже двудомные, микро- и мегоспорофиллы отделены друг от друга и собраны обычно в колоски или шишки (стробили). Мужские стробили состоят из многочисленных микроспорофиллов (тычинок, находящихся на оси, подобно зеленым листьям). Семяпочки расположены одиночно на верхушке укороченных побегов или от одной до нескольких открыто лежат на семенных чешуях женских колосков.

Представители этого класса встречаются в разнообразных условиях, но в основном это обитатели умеренного и умеренно холодного климата, где образуют леса на огромных площадях. Остановимся на 2 порядках этого класса: тисовые и сосновые (шишконосные).

Порядок тисовые — Taxales

Это двудомные и однодомные деревья или кустарники с вечнозеленой игловидной или линейной хвоей. Семяпочки одиночные на концах стеблей. Семена окружены сочным, яркоокрашенным присемянником. В тропических странах Южного полушария встречаются подокарпус — *Podocarpus* и филлокладус — *Phyllocladus*, это представители семейства подокарповых — *Podocarpaceae*. В Северном полушарии к представителям семейства тисовых — *Taxaceae* относятся такие роды, как тис — *Taxus*, торрея — *Torreya*, цефалотаксус — *Cephalotaxus*. Виды рода торрея растут на юге Восточной Азии и в Северной Америке, цефалотаксуса — в Восточной Азии.

Наиболее распространен род тис. Его виды встречаются на всех континентах Северного полушария. Это деревья или кустарники с тонкой красноватой корой и мягкой вечнозеленой хвоей. Древесина без смоляных ходов. Женских шишек нет. Семяпочки располагаются одиночно на верхушке укороченных побегов и окружены блюдцеобразным или бокальчатым придатком, который к моменту созревания семян становится сочным.

В Советском Союзе произрастает 2 вида тиса. В тенистых лесах Кавказа и единично в Крыму на Ай-Петри встречается

тис ягодный — *Taxus baccata*. Это медленно растущее дерево с плотной и прочной красноватой древесиной, которая высоко ценится в токарном производстве, идет на изготовление мебели и различных поделок. Древесина его почти не подвержена нападению насекомых. Семена ярко-красные. Хвоя и семена тиса ядовиты. На Дальнем Востоке (по Амуру, на Сахалине, в Уссурийском крае) растет тис остроконечный — *T. cuspidata*. Древесина его используется для изготовления дорогих поделок и в мебельной промышленности. Считается ценным для озеленения растением, хорошо переносит сильную подрезку.

Порядок сосновые, или шишконосные, — Pinales, Coniferales

У всех представителей этого порядка семяпочки образуются на семенных чешуйках, собранных в колоски или шишки. При образовании и вызревании семян семенные чешуи становятся кожистыми или деревянистыми, а весь колосок превращается в шишку. Реже чешуи становятся сочными, срастаются между собой и образуют шишкоягоду, похожую на плод. У большинства представителей с созреванием семян шишка раскрывается или распадается на чешуи.

Этот порядок содержит 4 семейства: араукариевые, таксодиевые, сосновые и кипарисовые.

Семейство араукариевые — Araucariaceae

Включает крупные деревья высотой до 60 м, произрастающие в тропической и субтропической зонах. Листья — твердая широкая или 4-гранная игловидная хвоя. Растения двудомные. Микро- и мегаспорофиллы собраны в колоски, на каждой семенной чешуе одна семяпочка. Семейство включает 2 рода: араукария — *Araucaria* и агатис — *Agathis*.

Араукарии растут в Южной Америке и Австралии, в СССР культивируется как оранжерейное растение араукария высокая — *A. excelsa*. Агатис распространен в Новой Зеландии и Северной Австралии.

Семейство таксодиевые — Taxodiaceae

Представлено деревьями с чешуе- или игловидной хвоей. На семенных чешуйках от 2 до 9 семяпочек. Пыльца без воздушных мешков. Представители семейства распространены главным образом в северной умеренной зоне США, Мексике, Восточной Азии. В СССР представлено только интродуцированными видами.

Род секвойя — *Sequoia*. На западном побережье Северной Америки в горах встречается секвойя вечнозеленая — *S. sempervirens*. Это громадные деревья высотой до 100 м и до 8—

9 м в диаметре, с мягкой расположенной двурядно линейно-ланцетной хвоей; шишки мелкие длиной 2,0—2,5 см, созревают за один вегетационный сезон.

Род секвойядендрон — *Sequojadendron*. Содержит также один вид — секвойядендрон гигантский — *S. giganteum*. Растет в западных горных районах Северной Америки. В СССР культивируется в Крыму и на Кавказе. На родине — это гигантские деревья высотой до 100—120 м и до 10 м в диаметре. Хвоя чешуевидно-игловидная 0,5—1,2 см, низбегающая по побегу, сверху вогнутая, снизу выпуклая, серовато-зеленая. Шишки яйцевидные, 5—8 см, чешуйки щитовидно расширенные на вершине. Шипки узкоромбические, вытянутые поперек, сильно морщинистые.

Род метасеквойя — *Metasequoja*. Считалось, что это вымерший род, но в 1946 г. китайские ботаники обнаружили заросли одного из видов этого рода, названного *Metasequoja glyptostroboides*. В СССР произрастает в Ялте, Киеве и Львове.

Род болотный кипарис — *Taxodium*. Растет по болотам, берегам рек, морским побережьям в юго-восточных районах США и Мексики.

Болотный кипарис виргинский — *T. distichum* — крупное (до 45 м высоты и до 1,5 м в диаметре) листвопадное дерево, вместе с хвоей опадают короткие побеги. Корневая система мощная, образует дыхательные корни — пневматофоры, поднимающиеся над поверхностью почвы на 1,5—2 м.

Род криптомерия — *Cryptomeria*. В горах юго-восточной части Китая и в Японии растет криптомерия японская *C. japonica*. Дерево высотой до 45 м и 1—2 м в диаметре. Хвоя шиловидная, сплюснутая с боков, с килем. Летом желтовато-зеленая, зимой темно-зеленая. В СССР разводится на побережье Черного моря.

Семейство сосновые — *Pinaceae*

Самое крупное семейство одноименного порядка. Представители его распространены в умеренно холодных и субтропических зонах Северного полушария. Многие виды семейства являются основными лесообразующими породами хвойных лесов и дают наибольшее количество древесины. Это крупные деревья высотой от 30 до 60 м. Хвоя игловидная, различной формы и размеров, располагается по спирали как на удлиненных, так и на укороченных побегах. Деревья однодомные. Мужские колоски состоят из многочисленных тычинок с двумя пыльниками, женские — из спирально расположенных семенных чешуек, у основания верхней стороны которых находится по две семяпочки. Семенные чешуи расположены в пазухе пленчатых кроющих чешуй. При вызревании шишек семенные чешуи становятся плотнокожистыми, шишки или раскрыва-

ются и из них выпадают семена или рассыпаются на отдельные чешуи.

В семействе сосновые выделяют 2 подсемейства — еловые и сосновые. Подсемейство еловые включает роды ель, пихту, тсугу и псевдотсугу. Это теневыносливые деревья с узкоконической кроной. Хвоя одиночная, располагается только на удлиненных побегах. Вечнозеленые растения. Женские колоски и шишки помещены в верхней части кроны.

Род ель — *Picea*. Это деревья с конусовидной кроной и нестрого мутовчатым ветвлением. Кора тонкая, трещиноватая, отслаивается чешуями. Хвоя жесткая, колючая, в поперечном сечении ромбическая с рядами устьиц на всех 4 гранях или плоская с устьицами в виде двух белых полосок на верхней стороне хвои. Прикрепляется хвоя к стеблю на листовых подушечках — выростах коры, хорошо заметных после опадения хвои в виде мелких бородавочек. Почки острые, без смолы. Женские колоски вертикально стоят на побегах, но ко времени созревания семян шишки свешиваются, чешуи раскрываются и семена выпадают; затем опадают шишки. Семена у елей мелкие, с заостренным концом, имеют крыло, нижняя часть которого в виде ложечки охватывает семя, но с семенем не срастается. Всходы елей имеют 6—12 семядолей.

Важнейшими представителями рода являются следующие виды.

Ель европейская — *Picea abies*. Это образователь темнохвойных и смешанных лесов в лесной зоне европейской части СССР. Она теневынослива, требовательна к влаге и плодородию почвы. Применяется в защитном лесоразведении. Чувствительна к дыму и газам, поэтому ограниченно используется в озеленении промышленных центров. Хорошо переносит подрезку. Древесина широко используется в строительстве, целлюлозно-бумажной промышленности, для изготовления музыкальных инструментов. Кора содержит дубильные вещества.

Ель сибирская — *P. obovata*. Распространена на северо-востоке европейской части СССР и в Западной Сибири. Очень близка к ели европейской. Ель кавказская, или восточная, — *P. orientalis*. Распространена в северной части Западного Закавказья. Представляет собой высокие деревья с мелкой хвойей. Ель тяньшанская, или Шренка, — *P. schrenkiana*. Образует леса на Тянь-Шане. Имеет грубую, толстую, колючую хвою.

На Дальнем Востоке, по Охотскому побережью, встречается ель аянская — *P. ajanensis*, имеющая плоскую хвою с устьицами лишь на одной, морфологически верхней стороне. Ель колючая — *P. pungens*. Экзот. Родина — Северная Америка. Хвоя у нее жесткая, четырехгранные, очень колючая, у многих особей покрыта голубым или серебристым восковым налетом, в связи с чем выделяют формы — зеленую, голубую, серебристую. Размножают голубые и серебристые формы черенками в парниках. Эта ель сравнительно зимостойка, переносит летнюю засуху, нетребовательна к почве, дымо- и газоустойчива. Является ценным растением для озеленения.

Род пихта — *Abies*. Это крупные деревья с узкоконусовидной кроной. Кора тонкая, гладкая или трещиноватая. Хвоя плоская или узкоэллиптическая, мягкая, притупленная или с выемкой, только у пихты цельнолистной жесткая, заостренная. Крепится к стеблю без листовых подушечек. Почки шаровидные (покрытые смолой) или заостренные (без смолы). Шишки цилиндрические, стоячие, при созревании рассыпаются и чешуи разлетаются одновременно с семенами. Семена крупнее, чем у ели, треугольные с широким крылом, плотно прирастающим к семени.

Важным представителем рода во флоре СССР является пихта сибирская — *A. sibirica*. Это образователь темнохвойных лесов на северо-востоке европейской части СССР и в Сибири. Хвоя мягкая темно-зеленая сверху и с двумя белыми устьичными полосками снизу, на побегах располагается настыльно. Хвоя различной длины. Порода теневыносливая, предпочитает свежие почвы, повышает кислотность почв, страдает от дыма и газа. Древесина белая, легкая, используется в строительстве, для производства бумаги, на поделки. Из хвои получают эфирное масло, идущее на изготовление лаков.

Пихта европейская — *A. alba*. Растет в Карпатах и Западной Белоруссии. Пихта кавказская, или Нордманна, — *A. nordmanniana*. Образователь темнохвойных горных лесов Западного Кавказа. Хвоя длинная, довольно широкая, темно-зеленая, блестящая сверху, с двумя белыми полосками снизу, плотно-кожистая. Теневынослива, требовательна к влажности воздуха, сравнительно теплолюбива.

В лесах Дальнего Востока растут пихта белокорая *A. pergrisea* со светлой корой, а также пихта цельнолистная — *A. holophylla* с колючей острым хвоей и трещиноватой корой. Культивируются как декоративные североамериканские виды пихт: бальзамическая *A. balsamea* и одноцветная — *A. concolor*.

Род псевдотсуга, или дугласия, — *Pseudotsuga*. Родина — Северная Америка. Это перспективная порода для широкого использования в лесном хозяйстве. Крупные деревья с довольно мягкой, несколько сплюснутой хвоей, которая крепится к побегу, как и у ели, на листовых подушечках. Созревшие шишки свисающие, семенные чешуи округлые, а кроющие трехлопастные, длиннее семенных. Чаще всего культивируется лжетсуга (дугласия) Мензиеза — *Ps. menziesii*. Это быстрорастущая, сравнительно морозостойкая порода, устойчива против дыма и газов. Предпочитает супесчаные и суглинистые хорошо дренированные почвы. Перспективна для широкого использования в лесном хозяйстве.

Подсемейство сосновое — *Pinaceae*, объединяет 3 рода: кедр, лиственница и сосна. Все виды этого подсемейства светолюбивы или сравнительно теневыносливы. Хвоя различной формы и размеров располагается по спирали одиночно, а также по 2, 3, 5 и много хвоинок на укороченных побегах.

Род кедр — *Cedrus*. Естественно кедры растут в горах Средиземноморья, в Малой Азии и Западных Гималаях. В СССР

культивируются в Крыму, на Кавказе и в южной части Средней Азии.

Кедры — крупные деревья с широкораскидистой кроной, по охвоению напоминают лиственницу. На удлиненных побегах хвоя одиночная, на укороченных располагается пучком до 40 хвоинок в пучке. Хвоя жесткая, колючая, держится на побегах до 3 лет. Шишки вызревают на 2—3-й год, после чего распадаются. В горных лесах Северной Африки и на островах Средиземноморья растет кедр атласский — *C. atlantica*, в горных лесах Малой Азии — кедр ливанский — *C. libani*.

Род лиственница — *Larix*. Крупные, листопадные деревья с широкой прозрачной кроной. Стволы с толстой красно-буровой глубокотрешиноватой коркой. Хвоя мягкая, светло-зеленая; на удлиненных однолетних побегах одиночная, прикрепляется к побегу на листовых подушечках, а на укороченных побегах — в пучках по 30—50 хвоинок. Мужские и женские шишки располагаются по всей кроне. Пыльца без воздушных мешков. Семена яйцевидной формы с небольшим, плотно приросшим крылом. У всходов 5—10 семядолей.

В лесах Советского Союза распространены следующие виды лиственниц.

Лиственница европейская — *L. decidua*. Это образователь светлохвойных и смешанных лесов в Карпатах. Хвоя мягкая, узкая, опадает на 15—20 дней позже, чем у лиственниц сибирской и Сукачева. Шишки яйцевидной формы с кроющими чешуями, выступающими в виде темно-коричневых шипиков над семенными. Очень светолюбива. Требовательна к плодородию, аэрации почв. Зимостойка. Достаточно вынослива к задымлению и загазованности воздуха, поэтому используется в озеленении. Древесина прочная, тяжелая, устойчива против гниения. Употребляется для гидroteхнических сооружений,rudничных стоек (балок, подпорок) и в строительстве.

Лиственница сибирская — *L. sibirica* является образователем светлохвойных и смешанных лесов в Западной Сибири и на Алтае. Побеги по морфологии сходны с побегами лиственницы европейской. Шишки цилиндрические. Семенные чешуйки опущенные, выпуклые. Кроющие чешуи сохраняются лишь у основания шишки. Среднетребовательна к влажности и плодородию почвы. Имеет такое же использование, как лиственница европейская.

Лиственница Сукачева — *L. sukaczewii*. Образователь светлохвойных и смешанных лесов на северо-востоке европейской части страны, Урале и к западу от р. Обь. Деревья с сильно выраженной закомелистостью столов и мощной, грубой коркой, с бороздчатыми блестящими побегами. Шишки довольно крупные, шаровидные или широкояйцевидные. Семенные чешуи выпуклые, темно-коричневые с загнутыми внутрь краями. Светолюбивая порода. Предпочитает хорошо дренированные, рыхлые, карбонатные почвы. Используется при создании защитных лесных полос в северных районах Казахстана, Западной Сибири и на Алтае, а также в озеленительных посадках.

В лесах Восточной Сибири растет лиственница Гмелина — *L. gmelinii*. Шишки мелкие с усеченными или сердцевидными семенными чешуями. Это одна из наиболее зимостойких древесных пород. Растет на каменистых почвах

и болотах. Выносит засоленные почвы. Древесина используется для изготовления шпал, телеграфных столбов, в строительстве. В лесах южной части Хабаровского и в северной части Приморского края растет лиственница приморская — *L. maritima*, представляющая собой гибрид лиственницы Гмелина и камчатской.

Род сосна — *Pinus*. Это деревья с яйцевидно-округлой кроной и строго мутовчатым расположением ветвей. На удлиненных побегах листья в виде редуцированных чешуй. Хвоя располагается только на укороченных побегах по 2—5 хвоинок в пучке. Она жесткая, колючая, разной длины; сохраняется от 2 до 6 лет. Спадает не одиночная хвоя, а целиком укороченный побег. Шишки и семена вызревают на 2—3-й год после цветения. Чешуи шишек на концах расшириены, образуют щиток ромбической формы (апофиз). У одних видов сосен шишки после вызревания раскрываются и семена вылетают, а у других целиком опадают с дерева.

Род сосна содержит виды, существенно различающиеся по морфологическим и экологическим свойствам. Встречаются они в областях Северного полушария с умеренным климатом и в субтропических горных районах. В СССР наибольшее распространение имеют следующие виды.

Сосна обыкновенная — *Pinus sylvestris*. Это образователь светлохвойных и смешанных лесов в европейской части СССР и Сибири, доходит до Охотского моря. Хвоя жесткая, остроконечная плоско-выпуклая, собрана в пучки по 2 хвоинки. Однодомное растение. Семена созревают в октябре-ноябре (на следующий год после опыления). Семена пестрые, с крылом, охватывающим семя в виде вилочки. Светолюбивая порода, малотребовательная к плодородию и влажности почв. Чувствительна к уплотнению почвы, загазованности и задымленности воздуха. Имеет огромное народнохозяйственное значение. Древесина применяется во многих отраслях народного хозяйства, смола является ценным сырьем для химической промышленности, хвоя содержит много витаминов. Насаждения сосны выполняют большую санитарно-гигиеническую роль.

Сосна сибирская кедровая — *P. sibirica*. Образователь темнохвойных лесов северо-востока европейской части СССР, Сибири и Алтая. Хвоя длинная в пучке на укороченных побегах по 5 хвоинок. Побеги толстые, покрыты густыми рыжими волосками. Семена созревают на 2-й год после опыления, покрыты твердой деревянстой оболочкой (кедровые орешки) и высокомасличны. Шишки опадают вместе с семенами. Порода теневыносливая, среднетребовательна к плодородию и влажности почвы. Древесина мягкая, используется для изготовления карандашей. Смола (живица) используется очень широко. Из хвои получают витамин С и эфирные масла. Ценное растение для озеленения.

В Карпатах растет сосна кедровая европейская — *P. sempervirens*. Основной ареал ее в Западной Европе. В Восточной Сибири, по Охотскому побережью Дальнего Востока на Курильских о-вах образует густые заросли кедровый стланик — *P. pumila*. В них селятся промысловые звери, главным образом белки и соболя.

В Крыму и Западном Закавказье растет сосна крымская, палласова — *P. pallasiana*, на Кавказе произрастают сосны крючковатая, или Коха — *P. Kochiana*, или *hamata*, пицундская — *P. pithyusa*, эльдарская — *P. eldarica*. Из экзотов наиболее перспективными для использования в лесном хозяйстве и зеленом строительстве являются сосны румелийская — *P. reichei*, естественно произрастающая на Балканах, веймутова — *P. strobus*, растущая в Северной Америке.

Семейство кипарисовые — *Cupressaceae*

Представители его встречаются на всех континентах. Это деревья и кустарники. Древесина без смоляных ходов. У большей части видов хвоя мелкая, чешуевидная, располагается на побегах накрест супротивно, у других жесткая, игловидная, располагается на побегах по 3 хвоинки в мутовке. У некоторых родов наблюдается переход к двудомности. Семенные чешуи шишек, как и хвоя, располагаются супротивно или мутовчато. К моменту созревания семенные чешуи становятся сочными, срастаются и образуют шишкягоду или одревесневают, и шишки раскрываются.

Род кипарис — *Cupressus*. Различные виды кипариса естественно растут в умеренно теплых областях Европы, в Азии и Северной Америке. В СССР на Кавказе, в Крыму и Средней Азии культивируется кипарис вечнозеленый — *C. sempervirens*. Деревья с 4-гранными побегами и мелкой чешуевидной ромбической хвоей. Шишки шаровидные, чешуи 4—6-угольные щитковидной формы на ножках, расположены супротивно.

Род тuya — *Thuja*. Распространена в Северной Америке и Восточной Азии. Это кустарники и деревья с плоской чешуевидной хвоей. В СССР широко культивируются туи западная — *Th. occidentalis* и восточная, или биота, — *Th. orientalis* (*Biota orientalis*).

Тuya западная — небольшое дерево или кустарник с горизонтальным расположением ветвей. Имеет большое разнообразие форм. Холодостойкое растение, хорошо выносит стрижку и городские условия. Биота похожа на тую, но имеет не горизонтальное, а вертикальное расположение боковых ветвей. Хорошо растет только в южных городах.

Род можжевельник — *Juniperus*. Распространен в Северном полушарии. Встречается в самых разнообразных экологических условиях; на сфагновых болотах, песках, в тундре и высоко в горах. Это небольшие деревья или кустарники с чешуевидной супротивной или игловидной мутовчатой хвоей. Растения двудомные или однодомные, образуют шишкягоду, вызревающую на 2-й год.

Можжевельник обыкновенный — *J. communis*. Встречается во 2-м ярусе, а в подлеске и на опушках в лесах европейской части СССР и в Сибири. Растение двудомное, семена созревают на второй год. Хвоя игловидная, располагается мутовчато. Имеет очень прочную древесину, которая применяется для изготовления тростей, игрушек, шахмат. Из хвои получают эфирное масло. Ветви идут на пропаривание деревянной тары. Используется в озеленении.

В степной зоне европейской части страны и в Сибири растет можжевельник казацкий — *J. sobina*, имеющий игловидную и чешуевидную хвоя. В лесах Крыма и Кавказа — можжевельник высокий — *J. excelsa*. В горных лесах Средней Азии можжевельник образует густые заросли — арчевники (можжевельники туркестанский, зеравшанский, полушиаровидный и др.)

*Класс гнетовые, или оболочкосемянные,
хвойниковые — Chlamydospermatopsida, Gnetinae*

От других голосемянных отличаются наличием сосудов в древесине, покрова из прицветников, напоминающего околов цветник покрытосемянных, а также еще более сильной редукцией как женского, так и мужского гаметофита.

Род хвойник, или эфедра, — *Ephedra*. Это обитатели пустынь, полупустынь и каменистых склонов; небольшие кустарники с мутовчатым ветвлением, членистыми ребристыми зелеными побегами и сильно редуцированными пленчатыми листьями. В побегах имеется алкалоид эфедрин. В СССР встречаются эфедра хвощевидная — *E. equisetina*, кузьмичева трава — *E. distachya* и др.

Род вельвичия — *Welwitschia*. В пустынях Юго-Западной Африки произрастает вельвичия банезия — *W. banesii*. Ствол ее похож на своеобразный пень высотой до 50 см и до 1,2 м в диаметре, имеет 2 крупных ремневидных листа, 2—4-метровой длины, живущих до 100 лет.

Особенности цикла развития голосемянных (на примере сосны обыкновенной *Pinus sylvestris*). Это однодомное растение. На верхушках молодых побегов образуются женские шишки, в молодом состоянии красноватые. На оси шишки расположены два рода чешуй. Наружная, бесплодная кроющая и внутренняя, семенная; в основании верхней (внутренней к оси) стороны семенной чешуи находятся 2 семяпочки (мегаспорангии). Каждая семяпочка состоит из нутеллуса и покрова (интегумента), не срастающегося в верхней части и образующего пыльцевход. В результате редукционного деления одной из клеток нутеллуса образуются четыре клетки. Но три не развиваются, сохраняется только одна — мегаспора (зародышевый мешок). Развитие ее происходит внутри семяпочки. Мегаспора прорастает в женский гаметофит (рис. 46). Это эндосперм, образующийся из мегаспоры. В эндосперме формируются два архегония с яйцеклетками. Таким образом, женский гаметофит, или заросток, у сосны развивается внутри семяпочки (мегаспорангия).

У основания молодых побегов располагаются собранные в шишки мужские стробилы, или микроспорофиллы. На нижней стороне каждого спорофилла находятся два микроспорангия, внутри которых в результате редукционного деления образуются микроспоры.

Микроспоры начинают прорастать в мужской гаметофит еще внутри спорангия. Содержимое их делится на мелкую, антеридиальную, и более крупную, вегетативную, клетки, находящиеся под общими оболочками. Это образование называется пыльцой, которая разносится ветром и попадает через пыльцевход на нутеллус семяпочки, где долгое время, иногда целый год, ле-

жит в состоянии покоя, после чего прорастает. Прорастание происходит таким образом: наружная оболочка лопается, вегетативная клетка вытягивается в пыльцевую трубку, которая прорастает через нутреллус семяпочки и подходит к зародышевому мешку. По пыльцевой трубке перемещается антеридиальная клетка, которая делится на два спермия. Спермии пыльцевой трубкой передвигаются к яйцеклетке. Один из них проникает в архегорий и сливается с яйцеклеткой, образуется зигота. Так происходит процесс оплодотворения.

Из зиготы развивается зародыш, погруженный в ткань эндосперма, а из

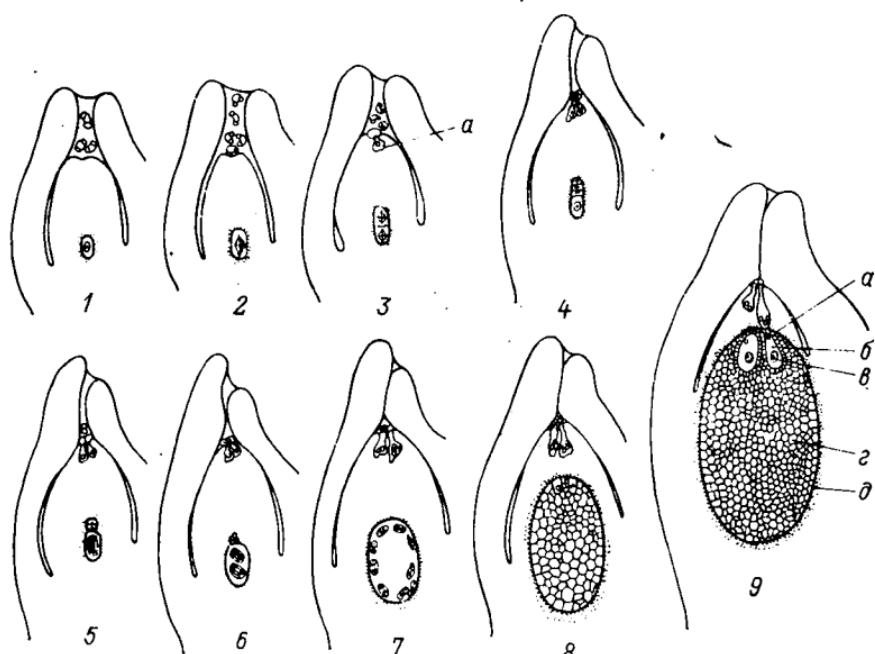


Рис. 46. Схема развития женского заростка сосны:

1 — семяпочка (семязачаток); 2, 3, 4 — образование 4 мегаспор; *а* — пыльцевая трубка; 5, 6, 7, 8 — исчезновение трех мегаспор и образование из четвертой первичного эндосперма, или женского заростка; 9 — сформированный женский гаметофит перед оплодотворением: *а* — пыльцевая трубка со спермиями, достигшая заростка; *б* — архегоний; *в* — яйцеклетка; *г* — заросток; *д* — остатки нутреллуса

интегументов — кожура семени. Таким образом, после оплодотворения семяпочка превращается в семя. Семена у сосны обыкновенной созревают в конце второго лета.

В цикле развития голосемянных растений наблюдается правильное чередование двух поколений: полового и бесполого. Половое поколение, гаметофит, у голосемянных редуцировано еще сильнее, чем у папоротников. Так, женский гаметофит — это эндосперм, с архегониями и яйцеклетками. Мужской гаметофит развивается из микроспоры, представлен вегетативной и антеридиальной клетками и мужскими гаметами.

Бесполое поколение — спорофит доминирует в цикле развития. Оно состоит из самого дерева сосны, мужских и женских колосков (стробилов), семяпочки, пыльников и спор. Цикл развития сосны показан на рис. 47.

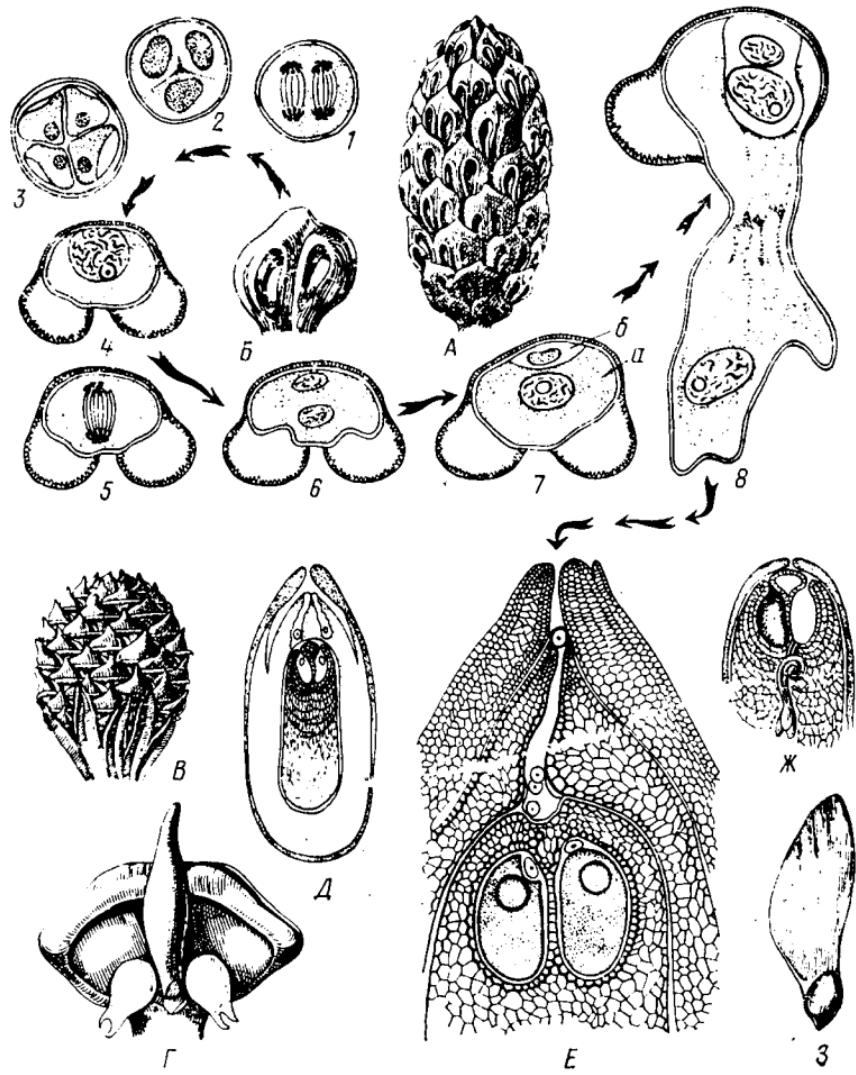


Рис. 47. Цикл развития сосны обыкновенной:

А — мужской колосок; *Б* — тычинка; *1—4* — образование спор; *5—8* — образование мужского гаметофита; *а* — вегетативная клетка; *б* — антеридиальная клетка; *В* — женский колосок; *Г* — семенная чешуя с семяпочками; *Д* — образование женского гаметофита; *Е* — прорастание пыльцы и образование зиготы; *Ж* — образование семян; *З* — семя

Сформированное семя сосны соединяет в себе гаметофит и спорофит. Эндосперм представляет собой женский гаметофит, зародыш же — это зародыш спорофита, кожура семени — видоизмененные покровы семяпочки (материнского спорофита).

Значение голосемянных. К этому отделу относятся многие лесообразователи, формирующие леса на огромной территории, в которых обитают многие промысловые звери, птицы и полезные насекомые. Они дают основную массу строительной и поделочной древесины, являются исходным материалом для

лесозаготовительной промышленности. Из хвойных получают вискозу, шелк, целлюлозу, штапель, бальзамы, смолы, камфару, спирт, уксусную кислоту, дубильные вещества, витамины и т. д. Семена многих видов содержат масла. Хвойные леса имеют целебное значение. Хвоя и молодые побеги сосен (обыкновенной, кедровой), пихты, можжевельника — незаменимый зимний корм для лосей. Семена кедра сибирского — основной корм соболя, белки, бурундука и многих птиц. Шишкоягоды можжевельника — корм тетеревов. Семена ели и сосны в зимнее время служат кормом для белки и многих лесных птиц.

§ 26. МАГНОЛИОФИТЫ, ИЛИ ПОКРЫТОСЕМЯННЫЕ,— *MAGNOLIOPHYTA ANGIOSPERMAE*

Это наиболее молодая, прогрессивная, интенсивно развивающаяся группа растений. Возраст покрытосемянных примерно 250 млн. лет. Появились они в конце юрского периода, но быстро заняли господствующее положение, потеснив широко распространенные до них на Земле растения — высшие споровые и голосемянные. Трудность установления происхождения покрытосемянных объясняется недостатком палеоботанических данных. Одни систематики связывают их происхождение с семенными папоротниками, другие — с неизвестными вымершими голосемянными, третьи предполагают, что предок покрытосемянных следует искать среди голосемянных с обоеополыми стробилами.

Вместе с тем сравнительные исследования гистологических (трахеальных) элементов древесины (работы А. А. Яценко-Хмелевского и др.) показывают, что по строению центрального цилиндра (стелы) и проводящим элементам покрытосемянные ближе к папоротникам, чем к саговникам. У покрытосемянных и папоротников одинаковый способ заложения спорангииев.

Первые покрытосемянные были небольшими деревьями с моноподиально ветвящимися стеблями. От них возникли деревья с симподиальным ветвлением, кустарники, позже появились травы (многолетние, однолетние). Покрытосемянные приспособились к разнообразным условиям существования: они встречаются в условиях избыточного и недостаточного увлажнения, низкой и высокой температуры, на плодородных и крайне бедных почвах и т. п. В процессе эволюции среди них возникло большое разнообразие жизненных форм. В строении покрытосемянных по сравнению с голосемянными наблюдается значительное усложнение. У них появился новый орган — пестик, образованный срастанием плодолистиков (мегаспорофиллов). Семяпочки у покрытосемянных располагаются не открыто, как у голосемянных, а в нижней расширенной части пестика — завязи. Семена развиваются под защитой околовплодника, поэтому они и получили название покрытосемянные.

У покрытосемянных часто сильно развит околоцветник, защищающий тычинки и пестики от повреждения и выполняющий вспомогательную функцию при опылении, привлекая насекомых-опылителей; имеется более совершенная водопроводящая система в виде сосудов.

У покрытосемянных как и у подавляющего большинства растений других отделов, чередуются два поколения — спорофит и гаметофит, но у них наблюдается еще большая, чем у голосемянных, редукция гаметофита; совершенно не развиваются женский заросток и архегоний. Только у покрытосемянных наблюдается процесс двойного оплодотворения.

В настоящее время большинство систематиков (А. Л. Тахтаджян, 1970) считают цветковые растения «детьми тропического солнца». Именно тропические горы были центром первичной эволюции покрытосемянных. В качестве первичного очага их возникновения выдвигается Юго-Восточная Азия — древний материк Катазия. Сейчас это территория современной Юго-Восточной Азии. В пользу этой точки зрения говорит тот факт, что в настоящее время значительное число видов покрытосемянных (около 120 тыс. из 200) представляют собой тропические растения. Немало и субтропических видов, а также видов умеренных и холодных широт (22 тыс.). Многие из них имеют своих представителей в тропиках. Тропические виды — преимущественно древесные.

Быстрому распространению покрытосемянных, вероятно, способствовали защищенность семяпочек, образование плодов, процесс двойного оплодотворения, а также появление насекомых-опылителей и птиц — разносчиков плодов, семян и пыльцы, так как период массового распространения насекомых совпадает с периодом формирования покрытосемянных. Покрытосемянные растения оказались более приспособленными к изменившимся на Земле условиям: уменьшению влажности, увеличению освещения и сухости воздуха. Обладая высокой приспособленностью к условиям среды, они смогли максимально использовать энергию солнца и оказались победителями среди растительного мира.

Цикл развития покрытосемянных. Внутри завязи пестиков развиваются семяпочки (семязачатки). Главную массу семяпочки составляет нуцеллус, состоящий из паренхимных клеток; снаружи он одет одним или двумя покровами (интегументами), не срастающимися на верхнем конце, образуя пыльцевход. Внутри семяпочки в результате редукционного деления одной из клеток нуцеллуса образуются четыре клетки (тетрада), но три не развиваются, а из четвертой образуется крупная мегаспора, или зародышевый мешок.

Зародышевый мешок растет и развивается. Внутри его происходят три последовательных деления ядра. Сначала ядро делится пополам, одно из них идет к пыльцевходу, другое к про-

тивоположному концу — халазе. Каждое из ядер делится дважды, образуя по четыре ядра. Получается восьмиядерный зародышевый мешок (рис. 48).

Вокруг трех ядер у пыльцевхода обособляется плазма, и образуются три голые клетки. Более крупная с крупным яд-

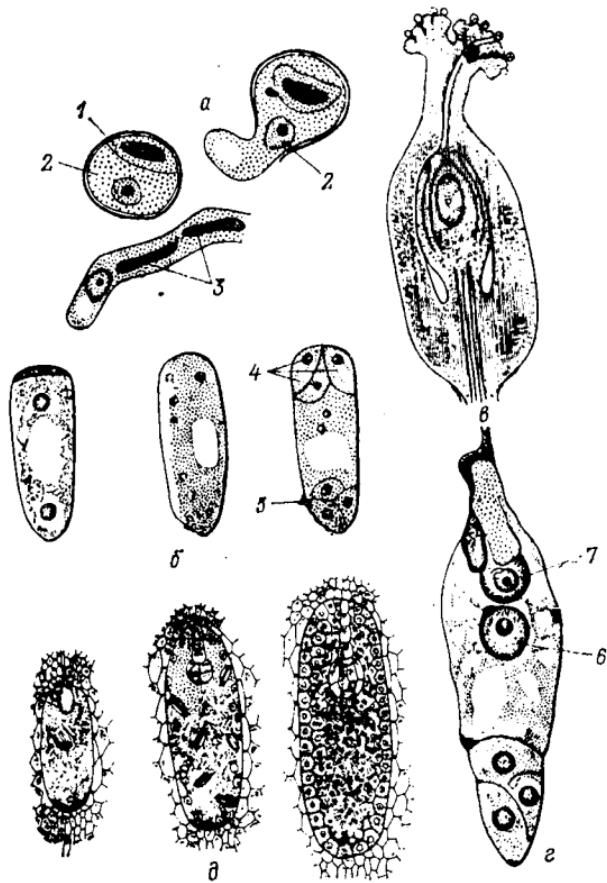


Рис. 48. Цикл развития покрытосемянных:

а — прорастание пыльцы; *б* — развитие зародышевого мешка; *в* — разрез через пестик с семяпочкой и пыльцевыми трубками; *г* — оплодотворение в зародышевом мешке; 1 — генеративная клетка; 2 — вегетативная клетка; 3 — спермий; 4 — яйцевой аппарат; 5 — антипод; 6 — вторичное ядро зародышевого мешка; 7 — яйцеклетка

ром и вакуолью — яйцеклетка (женская гамета), две остальные синергиды (клетки-спутницы). На противоположном конце зародышевого мешка образуются три клетки-антиподы. Оставшиеся два ядра по одному на каждом конце сближаются и в центре зародышевого мешка сливаются, образуя вторичное диплоидное ядро, или так называемую центральную клетку.

Этот тип зародышевого мешка считается классическим (он установлен у 82% исследованных видов покрытосемянных растений).

В пыльниках (микроспорангиях) тычинок в результате редукционного деления образуется масса микроспор. Микроспоры одноядерны и имеют двойную оболочку: наружную — экзину и внутреннюю — интину. Экзина часто с различными выростами в виде шипиков, бугорков, ямок. Микроспора начинает прорастать еще внутри пыльников. Содержимое клетки делится на две: крупную, вегетативную, клетку и мелкую вереновидной формы — генеративную. Находятся они под общими оболочками.

В таком виде пыльца из пыльников переносится на рыльце пестика, где и происходит ее дальнейшее прорастание. Вегетативная клетка вытягивается в пыльцевую трубку, которая проходит через столбик пестика к семяпочке. По пыльцевой трубке передвигаются ядро вегетативной клетки и генеративная клетка, которая делится на два спермия. Конец пыльцевой трубы, внедряясь в зародышевый мешок, лопается. Один из спермии проникает в яйцеклетку и сливаются с ней, другой сливаются с центральной клеткой зародышевого мешка. Из оплодотворенной яйцеклетки развивается зародыш семени, а от слияния спермия со вторичной клеткой зародышевого мешка — эндосперм семени. Синергиды и антиподы после оплодотворения исчезают.

Описанный выше процесс акад. С. Г. Навашин назвал процессом двойного оплодотворения. Биологическое значение двойного оплодотворения заключается в том, что эндосперм (вторичный) у покрытосемянных развивается лишь в том случае, если произойдет оплодотворение. Таким образом, растение избегает напрасной траты питательного материала на образование эндосперма в случае отсутствия оплодотворения. Эндосперм покрытосемянных содержит наследственные задатки материнского и отцовского организмов, что, возможно, является одной из причин необычайной приспособленности покрытосемянных к разнообразным условиям существования. У голосемянных эндосперм обладает материнскими задатками.

После оплодотворения семяпочка превращается в семя. Покровы ее видоизменяются в оболочку семени. Составными частями семени являются зародыш, эндосперм и перисперм (питательная ткань, возникшая из нуцеллуса семяпочки).

Возможны случаи, когда:

1) зародыш занимает всю полость зародышевого мешка, потребляя весь эндосперм и перисперм (бобовые, тыквенные, розо- и сложноцветные); тогда питательные вещества запасены в семядолях зародыша;

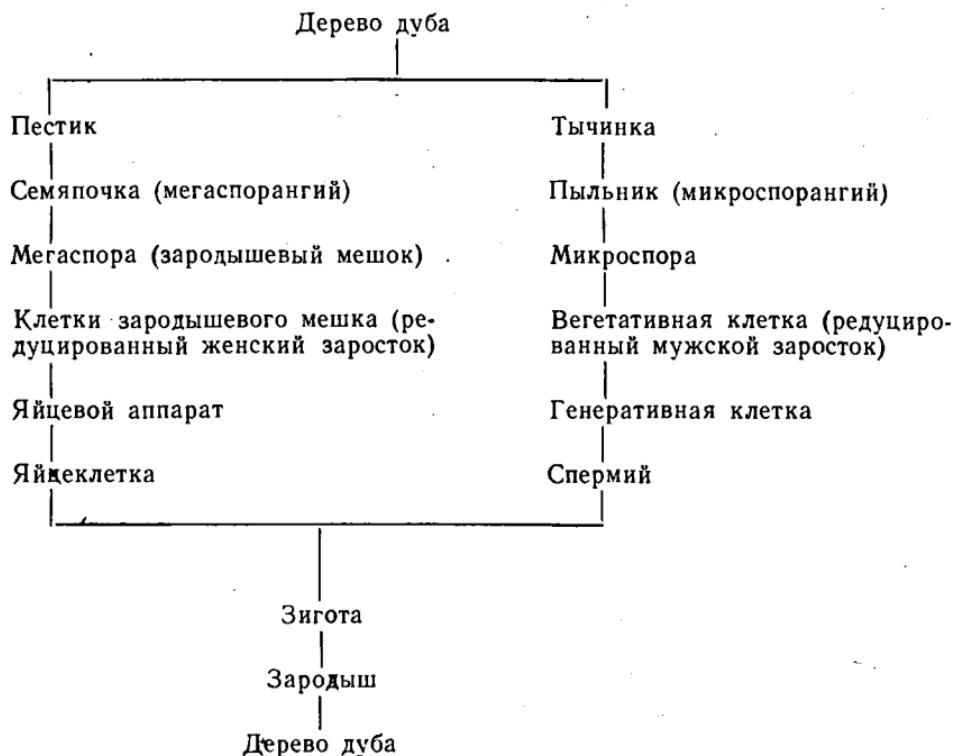
2) зародыш занимает меньшую часть семени; большую занимает эндосперм; перисперм не образуется (злаки, семена пасленовых, зонтичных);

3) зародыш в процессе формирования потребил весь эндосперм, перисперм сохранился (гвоздика, сахарная свекла).

Хотя составные части семян покрытосемянных растений те же, что и у голосемянных, но по своей сущности они различаются. Семена голосемянных, как уже говорилось, содержат как спорофит (зародыш и оболочка семени), так и гаметофит (эндосперм), семена же покрытосемянных содержат лишь спорофит, так как зародыш, развивающийся из оплодотворенной яйцеклетки, является спорофитом. Кожура, или оболочка, семени развивающаяся из покровов семяпочки, это тоже спорофит, и, наконец, эндосперм, образующийся в результате оплодотворения вторичного ядра зародышевого мешка, также бесполое поколение.

У покрытосемянных происходит чередование двух поколений бесполого, спорофита, и полового, гаметофита. Доминирующим, наиболее развитым, является спорофит. Гаметофит у них редуцирован еще сильнее, чем у голосемянных. Мужской гаметофит образуется при прорастании микроспоры. Он состоит из заростка (вегетативной клетки), генеративной клетки, двух мужских гамет — спермий. Женский гаметофит образуется при прорастании мегаспоры и представлен клетками зародышевого мешка. Спорофит — это растение со всеми вегетативными органами, а также цветок (пестики, семяпочки, тычинки, пыльники, споры).

Цикл развития покрытосемянных растений происходит следующим образом:



Значение покрытосемянных. Покрытосемянные растения играют наиболее существенную роль в жизни биосфера и человека. Они поглощают огромное количество углекислоты и обогащают атмосферу кислородом, оказывают существенное влияние на климат и процессы почвообразования. Покрытосемянные растения образуют большое количество органического вещества, которое используется человеком и животными. К покрытосемянным относятся почти все полезные растения (хлебные злаки, плодовые, овощные, масличные культуры, технические растения). Они дают продукты питания и сырье для промышленности (текстильной, пищевой, бумажной, медицинской).

Глава VI

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПОКРЫТОСЕМЯННЫХ

В начале XX в. ученые различных стран создали первые филогенетические системы покрытосемянных. В настоящее время существует большое количество филогенетических систем, но ни одна из них не является общепризнанной. В разных системах объем, границы порядков и их систематическое положение различны. За рубежом наибольшей известностью пользуются филогенетические системы покрытосемянных, разработанные Энглером, Веттштейном, Бесси, Халлиром.

Наиболее детально разработанной системой покрытосемянных считается система немецкого ботаника Энглера (1844—1930), которая до настоящего времени широко применяется в ботанической практике. Система Энглера используется во всех крупных гербариях СССР, и по ней составлена 30-томная «Флора СССР». Она детализирована до мелких систематических единиц — родов, а в отдельных случаях и видов. Энглер при построении своей системы исходил из так называемой псевдантовой теории происхождения цветка австрийского ботаника Веттштейна. Согласно псевдантовой теории (теории ложного цветка) цветок представляет собой упрощенное «соцветие», в котором каждая тычинка и каждый плодолистик гомологичны простому цветку. Наиболее эволюционно древними семействами они считают среди покрытосемянных те, которые характеризуются наличием невзрачных одно- и беспокровных, малочисленных ветроопыляемых цветков. Таковыми являются семейства ивовых, березовых, буковых. Одно- и двудольные, согласно системе Энглера, произошли независимо друг от друга от неизвестных вымерших голосемянных.

В новых филогенетических системах за основу принимается эвантовая теория происхождения цветка. Эвантовая, или стробилярная, теория (теория настоящего цветка) предложена в 1893 г. Бесси и в 1896 г. независимо от него Халлиром. Согласно этой теории цветок — это видоизмененный стробил. Исходным типом такого цветка является стробил беннеттиевых. Примитивными семействами считаются те, которые характеризуются наличием хорошо развитых одиночных двупокровных многочленных (много тычинок и пестиков) энтомофильных цветков. Таковы семейства магнолиевых, лютиковых. Эта теория в настоящее время признается почти всеми ботаниками.

Для создания филогенетических систем покрытосемянных много сделали отечественные ученые ботаники Х. Я. Гоби, Н. И. Кузнецов, Н. А. Буш, Б. М. Козо-Полянский, А. А. Гросгейм, А. Л. Тахтаджян.

Х. Я. Гоби при создании своей филогенетической системы (1912—1916) опирался на биохимические данные различных растений как на систематические признаки. Филогенетическая система Н. И. Кузнецова (1914) построена на основе представления о полифилетическом происхождении покрытосемянных. Он считал, что одно- и двудольные растения произошли не от одного, а от нескольких предков. Филогенетическая система Б. М. Козо-Полянского (1922) построена на основе морфогенеза цветка, главным образом гинецея, и исходит из монофилетического происхождения цветковых растений.

Наиболее разработаны и современны в СССР системы покрытосемянных А. А. Гросгейма и А. Л. Тахтаджяна.

В системе А. А. Гросгейма (1945) покрытосемянные подразделяются на три эволюционные ступени, отражающие различный уровень совершенства органов размножения и степень специализации их к опылителям (от цветков с неопределенным строением к цветкам с определенным строением и размещением частей цветка, от апокарпного гинецея к ценокарпному, от верхней завязи к нижней, от «неспециализированных» цветков к цветкам со строгой приуроченностью к тем или иным опылителям).

А. А. Гросгейм изобразил филогенетическое дерево (древо) в виде проекции кроны его на плоскость перпендикулярную основанию древа. Стволы и ветви, изображающие линии эволюционного процесса представлены расходящимися от центра к периферии лучами, заканчивающимися кругами, символизирующими порядки растений. Объем каждого порядка отражается размером кругов и пропорционален количеству видов, объединяемых данным порядком. В центре схемы помещена исходная группа растений, от которой отходят все линии эволюции. Для разграничения трех ступеней эволюции все поле схемы разделено на 3 части окружностями. Внутри первого круга находятся исходные группы растений, во втором — более совершенные, а в третьем — самые совершенные. Между кругами располагаются растения, занимающие промежуточное положение. Графическое изображение филогенетической схемы в оригинале очень сложно из-за большого числа порядков (70), отражающих флору всего земного шара.

Наиболее современной и научной в настоящее время является система акад. А. Л. Тахтаджяна. В ней использованы достижения филогенетических систем XX в., результаты новейших работ по сравнительной морфологии и систематике цветковых растений, многочисленные новые данные цитологии, эмбриологии, палинологии (изучения пыльцы и спор), биохимии

и других дисциплин. В основе разработанной А. Л. Тахтаджяном филогенетической системы цветковых растений лежит система Х. Халлира, датского ученого, одного из основоположников эвантовой теории цветка. Система А. Л. Тахтаджяна изложена в его книге «Систематика и филогения цветковых растений» (1966) и в последней редакции с некоторыми изменениями в порядках и семействах в работе «Происхождение и расселение цветковых растений» (1970).

Основными исходными моментами при построении системы являются следующие:

1. Признается монофилетическое происхождение цветковых, что доказывается множеством общих морфологических признаков (тип тычинок, строение стенок пыльников, специализированные мегаспорофиллы, постоянное взаиморасположение андроцоя и гинецея, универсальность процесса двойного оплодотворения, образование триплоидного эндосперма).

2. Основываясь на стробилярной, эвантовой теории происхождения цветка, первичными, примитивными признаками растений считают деревянистый прямостоячий стебель, многолетний цикл развития, вечнозеленые спирально расположенные листья, перистое жилкование, одиночные, актиноморфные, обоеполые цветки с двойным околоцветником.

Части околоцветника свободные, несросшиеся, большое число спирально расположенных свободных тычинок и пестиков, гинеций апокарпный, завязь верхняя, семена с эндоспермом. Растения насекомоопыляемые. Все эти признаки в большей степени сосредоточены в порядке магнолиевых, который рассматривается как самый древний и наиболее примитивный из покрытосемянных.

Вторичными признаками, указывающими на более высокую ступень эволюции, являются: травянистый, или вторичнодревесный стебель, одно- и двулетний цикл развития, сложные листья, супротивное и мутовчатое листорасположение, параллельное жилкование, зигоморфные в соцветиях цветки, расположение по кругу частей цветка в небольшом определенном числе, сростнолепестность; ценокарпный гинеций, нижняя завязь. Семена без эндосперма. В эволюции цветка наблюдается уменьшение (редукция) его членов и специализация к опылению.

Покрытосемянные разделяются на два класса: однодольные и двудольные. Считают, что однодольные произошли от двудольных на ранней ступени их эволюции, и в дальнейшем оба класса развивались независимо и параллельно.

Двудольные характеризуются наличием двух семядолей у зародыша в семени, открытыми проводящими пучками, сохранением в течение всей жизни главного корня, сетчатым жилкованием (перистым и пальчатым), пяти-, четырех-, двух- и многочленным типом строения цветка.

Однодольные характеризуются наличием одной семядоли у зародыша в семени, закрытыми (без камбия) проводящими пучками, ранним отмиранием главного корня и развитием придаточных корней, листьями с параллельным или дугонервным жилкованием, 3-членным типом строения цветка.

Эти различия не являются абсолютными, так как и среди двудольных известны растения с одной семядолей, с 3-членными цветками и дугонервным жилкованием, а среди однодольных — растения с двумя семядолями, с 4-членным типом цветков, круговым расположением проводящих пучков. Поэтому лишь совокупность признаков отличает однодольные от двудольных.

Упрощенность в строении вегетативных органов у однодольных объясняется их первичноводным или земноводным происхождением. Из всех групп однодольных растений представители порядка частуховых — *Alismatales* ближе всего стоят к нимфейным — *Nymphaeales* водным растениям. Древесные формы однодольных — вторичного происхождения и характеризуются совершенно иным способом утолщения ствола.

Графическое изображение филогенетической системы А. Л. Тахтаджяна дано на рис. 49.

В системе А. Л. Тахтаджяна, опубликованной в 1970 г., 94 порядка и 440 семейств, из них 373 семейства из 74 порядков относятся к двудольным и 67 семейств из 20 порядков — к однодольным. В системе А. Л. Тахтаджяна введены два промежуточных таксона — подкласс и надпорядок. Каждый надпорядок включает от 1 до 15 порядков, выражаяющих направление эволюции и ступени филогенетической продвинутости.

Так, к 1-му надпорядку относится 6 наиболее примитивных порядков, из них порядок *Magnoliales* наиболее близкий к исходной группе, положившей начало всем ныне живущим примитивным порядкам, а к 15-му надпорядку двудольных относятся 3 порядка, составляющих вершину филогенетического дерева. Наиболее высокоорганизованным из двудольных является порядок *Asterales*, представленный единственным семейством — *Asteraceae*, или *Compositae* — сложноцветные.

В табл. 2 указано соподчинение таксонов высших рангов (до порядка) в системе А. Л. Тахтаджяна. Таблица дает возможность найти место любого растения в филогенетической системе, если известно, к какому порядку оно относится.

В табл. 3 приведены те порядки и семейства, которые рассматриваются в книге.

В настоящем учебном пособии систематика покрытосемянных изложена соответственно системе А. Л. Тахтаджяна с учетом того, что филогения древесных растений изучается в курсе дендрологии.

Отдел магнолиофиты, покрытосемянные *Magnoliophyta*, *Aniospermae* — эволюционно самый молодой и развивающийся.

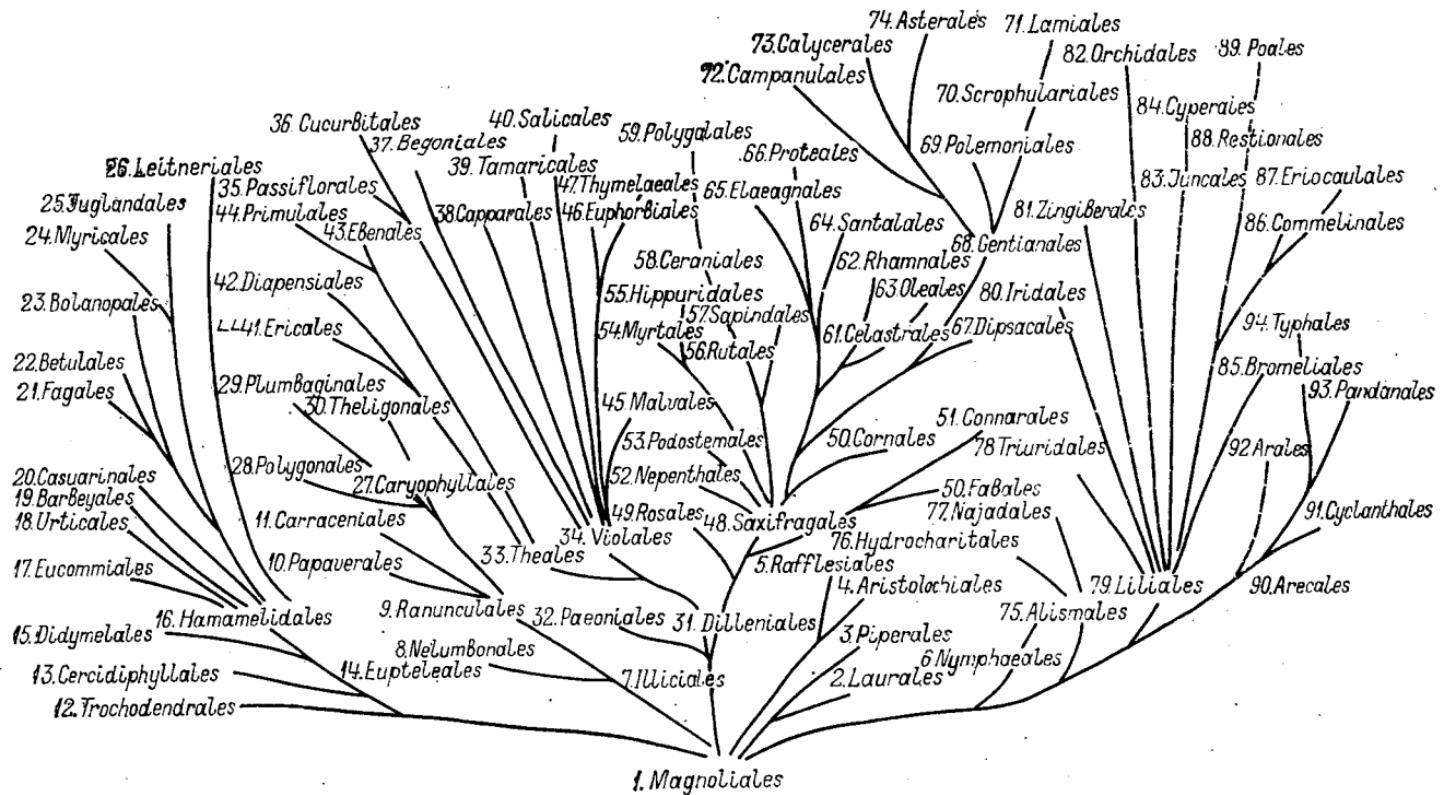


Рис. 49. Схема вероятных взаимоотношений порядков цветковых растений (по А. Л. Тахтаджяну, 1970)

Подкласс	Надпорядок	Порядок
<i>Отдел Magnoliophyta (Angiospermae)</i>		
<i>Класс Magnoliatae (Dicotyledones)</i>		
Magnoliidae	I. Magnolianae	Magnoliales, Laurales, Piperales, Aristolochiales, Rafflesiales, Nymphaeales
Ranunculidae	II. Ranunculanae	Illiciales, Nelumbonales, Ranunculales, Papaverales, Sarraceniales
Hamamelididae	III. Hamamelidanae	Trochodendrales, Cercidiphytales, Eupteleales, Didymelales, Hamamelidales, Eucomiales, Urticales, Barbeiales, Casuarinales, Fagales, Betulales, Bolanopales, Myricales, Juglandales, Leitneriales
Caryophyllidae	IV. Caryophyllanae	Caryophyllales, Polygonales, Plumbaginales, Theligonales
Dilleniidae	V. Dillenianae	Dilleniales, Paeoniales, Theales, Violales, Passiflorales, Cucurbitales, Begoniales, Capparales, Tamaricales, Salicales
	VI. Ericanae	Ericales, Diapensiales, Ebenales, Primulales
	VII. Malvanae	Malvales, Euphorbiales, Thymelaeales
Rosidae	VIII. Rosanae	Saxifragales, Rosales, Fabales, Connarales, Nepenthales, Podostemales
	IX. Myrtanae	Myrtales, Hippuridales
	X. Rutanae	Rutales, Sapindales, Geraniales, Polygalales
	XI. Aralianae	Cornales (Araliales)
	XII. Celastranae	Celastrales, Rhamnales, Oleales, Santalales
Asteridae	XIII. Proteanae	Elaeagnales, Proteales
	XIV. Lamianae	Dipsacales, Gentianales, Polemoniales, Scrophulariales, Lamiaceae
	XV. Asteranae	Campanulales, Calycerales, Asterales
<i>Класс Liliatae (Monocotyledones)</i>		
Alysmidae	I. Alismanae	Alismatales, Hydrocharitales, Nardinales
Liliidae	II. Lilianae	Triuridales, Liliales, Iridales, Zingiberales, Orchidales
Commelinidae	III. Juncanae	Junccales, Cyperales
	IV. Commelinanae	Bromeliales, Commelinaceae, Eriocaulales, Restionales, Poales
Arecidae	V. Arecanae	Arecales, Cyclanthales, Arales, Pandanales, Typhales

3. СИСТЕМА ПОКРЫТОСЕМЯННЫХ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ
В ДАННОМ ПОСОБИИ

Подкласс	Надпорядок	Порядок	Семейство
<i>Отдел MAGNOLIOPHYTA (ANGIOSPERMAE)</i>			
<i>Класс Magnoliatae (Dicotyledoneae)</i>			
A. Magnoliidae	I. Magnolianae	1. Magnoliales (Annonales)	Magnoliaceae
B. Ranunculidae	II. Ranunculanae	9. Ranunculales	Ranunculaceae
C. Hamamelididae	III. Hamameli-danae	10. Papaverales	Papaveraceae
D. Caryophyllidae	IV. Caryophyl-lanae	18. Urticales	Urticaceae
E. Dilleniidae	V. Dillenianae	27. Caryophyllales	Caryophyllaceae
		28. Polygonales	Chenopodiaceae
		34. Violales	Polygonaceae
		38. Capparales	Violaceae
		41. Ericales	Brassicaceae (Cru-ciferae)
		44. Primulales	Ericaceae
F. Rosidae	VII. Malvanae	45. Malvales	Vacciniaceae
	VIII. Rosanae	46. Euphorbiales	Pyrolaceae
	X. Rutanae	49. Rosales	Primulaceae
		50. Fabales (Leguminosales)	Malvaceae
		54. Myrtales	Euphorbiaceae
		58. Geraniales	Rosaceae
		59. Polygalales	Fabaceae (Papi-lionaceae)
G. Asteridae	XI. Aralianae	60. Cornales (Ara-les)	Onagricaceae
	XIV. Lamianae	67. Dipsacales	Linaceae
		69. Polemoniales	Oxalidaceae
		70. Scrophulariales	Geraniaceae
		71. Lamiáles	Polygalaceae
		72. Campanulales	Apiaceae (Umbel-liferae)
		74. Asterales	Valerianacea
			Convolvulaceae
			Boraginaceae
			Solanaceae
			Scrophulariaceae
			Lamiaceae
			Campanulaceae
			Asteraceae (Com-positae)
<i>Класс Liliatae (Monocotyledones)</i>			
B. Liliidae	II. Lilianae	79. Liliales	Liliaceae
C. Lomelinidae	III. Juncanae	82. Orchidales	Orchidaceae
		83. Juncales	Juncaceae
		84. Cyperales	Cyperaceae
		89. Poales (Grami-nales)	Poaceae (Grami-neae)

§ 27. КЛАСС ДВУДОЛЬНЫЕ — MAGNOLIATAE, DICOTYLEDONEAE

Над порядок Magnolianae объединяет наиболее примитивные порядки двудольных. Несмотря на существенные различия по внешнему виду и уровню организации своих представителей, эти порядки имеют общее происхождение.

Порядок магнолиецветные — *Magnoliales*

Самый примитивный порядок цветковых растений, ближе всего стоящий к гипотетической исходной группе, давшей начало живущим сейчас примитивным порядкам. К этому порядку относятся вечнозеленые или листопадные деревья, иногда лианы. Листья цельные или лопастные с перистым жилкованием. Цветки актиноморфные, одиночные с двойным околоцветником. На выпуклом конусовидном цветоложе спирально расположены многочисленные тычинки и пестики.

Семейство магнолиевые — *Magnoliaceae*

Древнее семейство, представители его сохранились в Северной Америке и Восточной Азии. Это семейство включает деревья и кустарники со спирально расположенными цельнокрайними или лопастными листьями, с эфирными железками. Цветки крупные с околоцветником, трудноразделимы на чашечку и венчик. Цветоложе выпуклое, тычинок и пестиков много, расположены они спирально. Плод — сборная листовка, похож на шишку хвойных.

Род магнолия — *Magnolia*. Деревья с вечнозелеными или опадающими простыми крупными кожистыми листьями. На земном шаре произрастают свыше 60 видов. В СССР культивируются в Крыму и Закавказье как декоративные растения.

Магнолия крупноцветная — *M. grandiflora*. Дерево высотой до 30 м с глянцевитой ярко-зеленой верхней стороной листьев и опущенной коричневой нижней. Цветки крупные, одиночные, белые и душистые (рис. 50). Из листьев, молодых ветвей и цветков добывают эфирное масло. Древесина используется как ценный поделочный материал.

Тюльпановое дерево — *Liriodendron tulipifera*. Родина — Северная Америка, разводится как декоративное в субтропиках СССР. Это большое дерево высотой до 40 м с лопастными листьями и светлой, мягкой древесиной, используемой на поделки.

Порядок лютикоцветные — *Ranunculales*

Большинство представителей порядка травянистые растения с простыми или сложными без прилистников листьями. Проводящая система представлена сосудами с простой перфорацией.

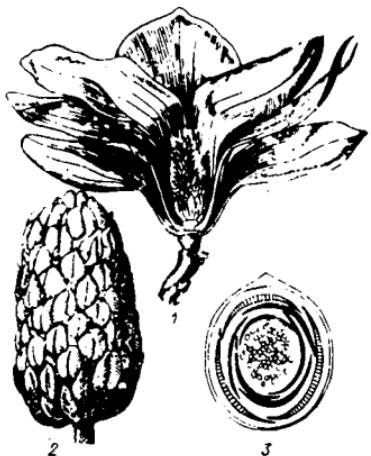


Рис. 50. Магнолия:
1 — цветок в разрезе; 2 — сборный плод; 3 —
диаграмма цветка



Рис. 51. Ветреница лютиковая

Цветки с простым или двойным околоцветником, актиноморфные, реже зигоморфные, обое- или однополые. Тычинки многочисленные, редко 6 (3), гинецей апокарпный. Семена обычно с маленьким зародышем и обильным эндоспермом, реже без эндосперма. Растения энтомофильные, в редких случаях, наблюдается переход к анемофилии, сопровождаемый редукцией околоцветника.

Самым большим семейством порядка является семейство лютиковые.

Семейство лютиковые — Ranunculaceae

Насчитывает около 45 родов и 2000 видов, распространённых главным образом в областях с умеренным и холодным климатом. Это наземные, реже водные травы, редко полукустарники, невысокие кустарники или лианы, причем древесное строение здесь вторичное, возникло из травянистого типа. Листья очередные, реже супротивные, простые, пальчато- или перисторассеченные, раздельные или лопастные, иногда цельные. Цветки одиночные или в соцветиях; актиноморфные, редко зигоморфные с двойным или простым околоцветником. Цветки

редко однополые. Тычинки многочисленные, свободные, спиральные с тонкими свободными нитями. Пестиков много, каждый образовался из одного плодолистика, т. е. гинецией апокарпный.

Завязь верхняя. Плоды — многолистовки или многоорешки, реже однолистовки или сочные ягоды. Семена с мелким зародышем и обильным маслянистым эндоспермом.

Семейство лютиковые хотя и древнее, но находится еще в процессе видообразования. Эволюция цветка идет от неопределенного к частично пятичленному типу, от актино- к зигоморфности, от обое- к однополости. Все лютиковые содержат сильно ядовитые алкалоиды. В травяном покрове в лесу встречаются лютики, ветреница, прострел, воронец и др.

Род лютик — *Ranunculus*. Многолетние и однолетние травы с раздельными листьями. Цветки в соцветиях, актиноморфные, 5-членные с двойным околоцветником. Чашечка легко опадает, венчик чаще желтый, лепестки при основании с внутренней стороны имеют медовую ямку, иногда прикрытую чешуйкой. Тычинок и пестиков много. Плод — сборная семянка. В СССР около 180 видов. Наиболее распространеными лютиками являются следующие.

Лютик едкий — *Ranunculus acris*. Стебли ветвистые с прижатыми волосками. Нижние листья длинночерешковые в очертании пятиугольные, лапчатораздельные, доли ромбические, надрезанные на ланцетные зубчатые долики; верхние листья почти сидячие или на очень коротких черешках, 3-раздельные. Цветоножки с мягкими волосками. Широко распространен по лугам, полянам, выгонам. Ядовитое растение.

Лютик ползучий — *R. repens*. Имеет стелющиеся и укореняющиеся в узлах побеги. Листья тройчатые, листочки их на черешках. Цветоножки бороздчатые, чашелистики оттопыренные. Растет на сырых лугах, болотах, в лесах, низинных, сырых местах.

Лютик кашубский — *R. cassubicus*. При основании стебля имеется большой, округло-почковидный или округлый цельный по краю зубчатый лист, стеблевидные листья с ланцетными или ромбически-ланцетными по краю равномерно пильчато-зубчатыми долями. Обычен в широколиственных лесах, а также в хвойно-широколиственных и в хвойных лесах на богатой почве.

Род ветреница — *Anemone*. Многолетние корневищные травы с прикорневыми пальчатораздельными листьями или без них. Цветочные стебли безлистные, только под цветком несут как бы обвертку из 3 листьев. Цветки одиночные, белые или желтые, венчик из 5—7 лепестков; тычинок и пестиков много. Плод — сборная семянка. Ранневесенние ядовитые растения. В СССР встречается около 50 видов.

Ветреница дубравная — *A. nemorosa*. Прикорневых листьев

нет. Стеблевые листья тройчатые с зазубренными долями. Чешечки листа вдвое короче пластинки. Цветки белые. Растет в лесах на средних и богатых почвах.

Ветреница лютиковая — *A. gypsiculoides* отличается желтыми цветками (рис. 51). Растет в широколиственных и хвойных лесах на более богатых почвах.

Род перелеска — *Hepatica*. Перелеска благородная, или печеночница, — *Hepatica nobilis*. Многолетник с прикорневыми трехлопастными плотными листьями, появляющимися после цветения. Цветки одиночные с голубым окольцом. Цветет ранней весной по ельникам и лиственным лесам.

Род воронец — *Actaea*. Воронец колосистый — *Actaea spicata*. Растение с дваждытройчатыми листьями, рассеченными на мелкие долики. Цветки мелкие беловатые. Пестик один. Плод — черная ягода. Сравнительно редкое лесное растение. Растет в хвойных и хвойно-широколиственных лесах на богатой почве.

Род прострел — *Pulsatilla*. Прострел раскрытый, или сонтрава, — *Pulsatilla patens*. Растение густо-беловолосистое. Под крупным светло- или темно-лиловым цветком похожее на чашечку покрывало из сросшихся при основании влагалищами мохнатых линейных сегментов листьев. Цветет ранней весной, позже на корневище образуется пучок длинночерешковых тройчаторассеченных листьев. Многолетник высотой 15—50 см. Плод — продолговатые семянки, при которых остаются перистоволосистые столбики. Растет в сухих сосновых борах на песчаной сухой почве и в степи. Ядовит.

Род аконит, борец — *Aconitum*. Аконит высокий — *Aconitum excelsum*. Многолетняя трава со вздутыми корнями. Листья рассеченные. Соцветие — кисть. Цветки неправильные, лиловые. Чашечка пятилистная ярко окрашенная, верхний чашелистник имеет вид шлема, который прикрывает два лепестка венчика, превращенных в нектарники. Тычинок много. Пестиков 2. Плод — сложная листовка. Все растение ядовито. Растет в еловых и смешанных лесах с влажной перегнойной почвой, на опушках и лесных лугах.

Порядок макоцветные — *Papaverales*

Этот порядок близок к порядку лютикоцветные, что подтверждается не только показаниями морфологических исследований, но и данными биохимии, эмбриологии и палинологии. Вероятно, оба порядка имеют общего предка.

В этот порядок входят травы или редко кустарники, либо небольшие деревца. Листья очередные, редко почти супротивные, или мутовчатые, без прилистников. Членники сосудов с простой перфорацией. Цветки обоеполые, актиноморфные или зигоморфные. Чашелистиков 2, обычно рано опадающих. Ле-

пестков 4 в 2 кругах. Тычинки многочисленные или в определенном числе, свободные, либо соединенные в пучки. Гинеций из 2 или 3—20 плодолистиков. Завязь верхняя, обычно с многочисленными семязачатками. Семена мелкие с маленьким зародышем и обильным эндоспермом. Плод — коробочка или орешек.

Семейство маковые — Papaveraceae

Включает 26 родов и более 450 видов. Распространено главным образом в Северном полушарии, преимущественно в областях с умеренным и субтропическим климатом. Это многолетние или однолетние травы, реже полукустарники или даже кустарники и небольшие деревья (в горах Мексики). Листья очередные, самые верхние почти супротивные или мутовчатые. В листьях и стеблях имеются членистые млечники; млечный сок оранжевый; желтый или беловатый. Цветки одиночные или в кистевидных соцветиях, актиноморфные. Чашелистиков 2, реже 3—4, опадающих обычно во время распускания бутона. Венчик из 4—6 или 8—12 (до 16) свободных лепестков. Нектарники отсутствуют. Тычинок обычно много, редко 6—12 или 4, свободные. Гинеций из 2 или более сросшихся плодолистиков. Завязь верхняя. Плод — коробочка или орешек. Главнейшими родами семейства являются чистотел и мак.

Род чистотел — *Chelidonium*. Чистотел большой — *Chelidonium majus*. Многолетник с перистораздельными, снизу сизоватыми листьями. Содержит оранжевый млечный сок. Цветки желтые, собранные в зонтиковидное соцветие. Венчик 4-членный. Тычинок много. Пестик из 2 плодолистиков. Плод — стручковидная коробочка. Растет во всех областях, самое обыкновенное растение в лесах, кустарниках, оврагах, преимущественно встречается как сорняк на огородах, в садах, около жилья; показатель плодородной почвы. Все растение и особенно корни ядовиты.

Род мак — *Papaver*. Это однолетние и многолетние травы с млечным соком. Листья 2—3-перисторассеченные. Цветки правильные одиночные, крупные на длинных цветоножках. Венчик из 4 накрест расположенных листочков. Тычинок много. Пестик из нескольких сросшихся плодолистиков со звездчатым рыльцем. Плод — многосемянная коробочка, вскрывающаяся дырочками наверху. Многие виды мака отличаются яркой окраской цветка, дают махровые формы и используются как декоративные. Семена снотворного мака — *P. somniferum* являются ценным пищевым продуктом.

Над порядок сережкоцветные *Namatolidae*. Представляет собой одну из главнейших ветвей родословного дерева двудольных. Низшие представители его имеют сходство с надпорядком *Magnolianae*, особенно с порядком *Magnoliales*,

у высших же представителей надпорядка наблюдается специализация цветка, связанная с переходом от энтомо- к анемофилии, который начался, вероятно, на самых ранних этапах эволюции цветковых растений. Этот надпорядок — очень древняя группа.

Порядок крапивоцветные — *Urticales*

В этот порядок входят деревья, кустарники и травы с очередными простыми листьями с прилистниками. Цветки редко одиночные, чаще собраны в сережковидные соцветия. Цветки с околоцветником или без него, большей частью 2, реже 3 или 5-членные; однополые, реже обоеполые. Растения как однодомные, так и двудомные. Тычинок — по числу чашелистиков, редко больше. Гинецей из 2 плодолистиков. Завязь верхняя или нижняя. Семена с эндоспермом или без него. Плод — костянка или орешек. Растения анемофильные, реже вторично энтомофильные.

Семейство крапивные — *Urticaceae*

Это семейство содержит 45 родов и более 700 видов, распространенных главным образом в тропических и субтропических странах, но некоторые виды заходят далеко в умеренные и даже холодные зоны обоих полушарий. Это много- и однолетние травы, полукустарники, редко небольшие деревья (в тропиках) с мягкой древесиной и лианы; часто покрыты жгучими волосками. Листья очередные или супротивные, простые, обычно с прилистниками. Встречаются секреторные образования, а иногда и млечные каналы. Цветки очень мелкие в многоцветковых пазушных или верхушечных соцветиях, иногда соцветие редуцировано до одного цветка. Цветки актиноморфные, околоцветник невзрачный из 4 сросшихся или свободных листочков. Цветки как однополые, так и обоеполые, растения одно- и двудомные. Тычинок 4 (иногда 3—5). Гинецей из 2 плодолистиков. Семена с эндоспермом. Плод — орешек или костянка. К этому семейству принадлежит широко распространенная крапива.

Род крапива — *Urtica*. В СССР 10 видов. Это одно- и двудомные, одно- и многолетние травы со жгучими волосками, простыми супротивными листьями. Мужские и женские цветки в одном соцветии или соцветия с цветками одного пола. Соцветия — пазушные и верхушечные длинные сережки. Плод — орешек. Крапива — хорошее пищевое растение, содержащие высокий процент белков в листьях и большое количество витаминов, особенно витамина С. Крапивы являются волокнистыми растениями. Волокна используются для изготовления грубоволокнистых тканей, сетей и выделки высококачественной бумаги.

Крапива двудомная — *U. dioica*. Растение со жгучими волосками на листьях и стеблях. Листья яйцевидные или продолговато-яйцевидные с пильчатым краем, длиннозаостренные, с округлым или сердцевидным основанием. Черешок короче пластинки. Растет по лесным опушкам, в изреженном лесу на богатой перегнойной почве. Около жилищ встречается как сорняк.

Крапива жгучая — *U. urens*. Растение однодомное. Листья яйцевидные или эллиптические, острые, надрезанно-пильчатые, у нижних листьев черешок длиннее пластинки. Встречается около жилья, по огородам, пустырям.

Порядок гвоздичноцветные — *Caryophyllales*

Относится к надпорядку Сагуорфиллаeae. Сходство гиенцея, пыльцевых зерен и согнутый зародыш указывают на то, что своим происхождением этот порядок связан с лютикоцветными. Это обширный порядок, включающий главным образом травы, редко кустарники и небольшие деревья. Листья простые, цельные, иногда с прилистниками. Цветки обоеполые, редко однополые, обычно актиноморфные, большей частью 5-членные с двойным оклоцветником или чаще безлепестные. Тычинок 5—10 или много. Гиенецей апокарпный, реже цено-карпный. Завязь верхняя, полунижняя или нижняя. Растения анемо- или энтомофильные.

Семейство гвоздичные — *Caryophyllaceae*

Содержит 80 родов и около 2100 видов, распространенных главным образом в северной умеренной зоне. Это много- и однолетние травы, редко полукустарники и кустарнички и еще реже кустарники. Листья супротивные, цельные, обычно от линейных до ланцетных, с чешуевидными прилистниками или без них. Цветки обычно в соцветии — дихазии, редко одиночные. Цветки актиноморфные 5—4-членные с двойным, реже простым оклоцветником, обое- или однополые. Чашечка свободная или сросшаяся, венчик из 5 свободных лепестков. Тычинок 10 или 5—4, редко 3—2 или 1. Гиенецей из 2—5 сросшихся плодолистиков. Завязь верхняя. Плод — коробочка. Большой роли в образовании растительного покрова представители этого семейства не играют.

К семейству относится род звездчатка — *Stellaria*. Это много- и однолетние травы. Листья яйцевидные, сердцевидные или продолговатые, супротивные. Венчик белый. Тычинок 10 (или меньше) столбиков 3. Плод — коробочка. В СССР встречается 50 видов.

Звездчатка дубравная — *St. nemorum*. Многолетник со слабыми лежачими или приподнимающимися железистоопущенными стеблями. Листья супротивные, тонкие нежные, цельно-

крайние с ресничками по краю. Верхние листья сидячие яйцевидные с сердцевидным основанием, нижние — черешковые. Цветки актиноморфные, белые, собраны в соцветия развилины. Плод — коробочка. Растет в лесах на влажной, средней и богатой почвах.

Звездчатка ланцетовидная — *St. holoscea*. Корневищный многолетник со слабым восходящим и в узлах укореняющимся стеблем. Стебель четырехгранный, голый. Листья супротивные линейно-ланцетные или линейные, цельнокрайние, длиннозаостренные, с клиновидным основанием, по краю острошероховатые. Цветки белые, правильные, собраны в соцветие развилины. Плод — коробочка. Растет на влажной, средней и богатой почвах в широколиственных и смешанных лесах.

Звездчатка средняя, мокрица — *St. media*. Распространена по всей стране. Стебли слабые, лежачие или восходящие, ветвистые. Листья яйцевидные, короткозаостренные. Цветки мелкие конечные или пазушные. Широко встречается по сорным местам, огородам, пашням, дорогам, берегам рек, в лесах.

Род дрёма — *Melandrium*. Многолетние и однолетние травы. Стебли и листья короткоопущенные. Цветки обое- либо однополые, одно- и двудомные. Чашечка в основании вздутая.

Дрёма лесная — *M. dioicum*. Двулетник. Стебли покрыты длинными мягкими волосками. Листья супротивные, нижние яйцевидные, верхние продолговатые, заостренные. Цветки ярко-пурпуровые или розовые, без запаха. Чашечка сросшаяся, волосистая. Цветки однополые, растения двудомные. Плод — коробочка. Растет в тенистых лесах на средних и богатых почвах.

Род гвоздика — *Dianthus*. Многолетние и однолетние травы, редко полукустарники. Цветки одиночные или в зонтиковидных дихазиях. Чашечка трубчатая с 5 зубцами, лепестки яркие. Тычинок 10, столбиков 2. В СССР встречается 77 видов.

Гвоздика травянка — *D. deltoides*. Корневищное растение, образует цветущие и нецветущие стебли. Цветущий стебель кверху ветвистый, вместе с листьями шероховатый от волосков. Листья линейно-ланцетные, нижние тупые, верхние острые. Венчик темно-розовый. Широко распространено на лугах, склонах, полянах, выгонах.

Семейство маревые — *Chenopodiaceae*

Включает более 100 родов и 1500 видов, распространенных по всему земному шару. Особенно много видов встречается на побережье Средиземного моря, в Западной, Средней и Центральной Азии, Южной Африке, прериях Северной Америки, пампасах Южной Америки, в пустынях Австралии. Это травы, реже кустарники или небольшие деревья, обычно приспособленные к жизни на засоленных почвах, в пустынях. Стебли часто членистые и суккулентные. Листья простые очередные, реже

супротивные, без прилистников, часто суккулентные или редуцированные. Цветки мелкие, незаметные, актиноморфные в густых соцветиях — большей частью метелках, обоеополые, однодомные или полигамные. Чашелистиков 5, 3 или 2, редко 1 или 4, свободных или сросшихся. Иногда они отсутствуют. Венчика тоже нет. Тычинок 2—3, реже 4—5. Нити свободные или сросшиеся основаниями. Гинецей обычно из 2, реже 3—4 (5) плодолистиков. Завязь верхняя, редко полунижняя. Плод — орешек, окруженный остающейся чашечкой. Большинство маревых энтомофильные растения.

Род марь — *Chenopodium*. Одно-, дву- и многолетники. Травы и кустарники. Листья очередные, цветки обоеополые, собраны клубочками в колосовидные или метельчатые соцветия. Околоцветник невзрачный, тычинок 5, рылец 2. В СССР растет около 30 видов.

Марь (лебеда) белая — *Ch. album*. Однолетник. Листья удлиненно-ромбические или яйцевидно-ромбические. Нижняя их сторона и стебли покрыты мучнистым налетом. Одно растение дает до 100 000 семян. Широко распространено по всему Советскому Союзу, сорняк полей и огородов.

Марь красная — *Ch. rubrum*. Однолетник. Стебель красный или зеленый с красными и белыми полосками. Листья яйцевидно-ромбические: продолговато-яйцевидные, 3-лопастные или почти копьевидные с крупными неравными зубцами, часто цельнокрайние, верхние линейно-ланцетные. Цветки в колосьях или пирамидальной метелке. Встречается по сорным местам.

Лебеда раскидистая — *Atriplex patula*. Листья верхние очередные, одноцветные, нижние ланцетные, большей частью со стреловидным основанием, зубчатые или цельнокрайние с клиновидным цельнокрайним основанием и ушками, направленными всегда вверх. Нижние и срединные листья опущены вниз, верхние ланцетные или ланцетно-линейные, цельнокрайние острые, направлены кoso вверх. Встречается по огородам, пустырям, сорным местам, улицам, берегам рек.

К этому же семейству относятся свекла обыкновенная — *Beta vulgaris*, шпинат огородный — *Spinacia oleracea*. На солончаковых почвах в пустынях растут солянка Рихтера — *Salsola Richteri* (небольшое деревце, которое используют как топливо и для озеленения), солянка кустарниковая — *S. arbuscula* (идет на корм для верблюдов и овец). Саксаул — *Haloxylon* — деревья с редуцированными листьями, ассимиляционную роль выполняют молодые стебли.

Порядок гречишноцветные — *Polygonales*

Близок к порядку гвоздичноцветные, с которым, вероятно, имеет общее происхождение. Семена с мучнистым эндоспермом, в который погружен согнутый или прямой зародыш.

Семейство гречишные — Polygonaceae

Единственное семейство порядка включает 40 родов и около 900 видов. Широко распространено почти по всему земному шару, главным образом в северной умеренной зоне. Это травы, кустарники, лианы, редко небольшие деревья (в тропических странах). Листья обычно очередные, редко супротивные или мутовчатые, цельные, при основании имеется трубчатое образование — раструб от сросшихся прилистников. Цветки мелкие, собраны в соцветие колос или метелку. Цветки актиноморфные, обоеполые или реже однополые. Околоцветник обычно простой, реже двойной. Чашелистиков 3—6 зеленых, белых, красных свободных или сросшихся, остающихся при плодах. Тычинок 6, 9, 18 в двух кругах, пестик из 3 иногда 2—4 плодолистиков. Завязь верхняя. Плод — орешек или семянка. Семена с крупным мучнистым эндоспермом. К этому семейству относятся несколько родов.

Род щавель — Rumex. Много- и однолетние травы с цельными листьями. Цветки однополые, реже обоеполые. Околоцветник шестичленный, чашечковидный. Наружные чашелистики после цветения отмирают, а внутренние разрастаются и охватывают плод — трехгранный орешек. В СССР встречается 49 видов.

Щавель обыкновенный (кислый) — *R. acetosa*. Двудомный многолетник. Стебель бороздчатый. Листья яйцевидно-удлиненные. Цветки розовые, собраны в узкую, редкую метелку. Листья употребляются в пищу. Растет на лугах и в редких лиственных лесах.

Щавелек — *R. acetosella*. Корнеотпрысковое многолетнее растение с мелкими кольцевидными листьями. Встречается на кислых бедных почвах. Сорняк в лесопитомниках.

Щавель конский — *R. confertus*. Многолетнее высокое растение с крупными листьями и густыми соцветиями цилиндрической формы. Растет на лугах, полянах, в изреженном лесу.

Род горец — Polygonum. Многолетние и однолетние травы. Листья цельные. Цветки с венчиковидным околоцветником из 5 долей, собраны в пазушные или верхушечные соцветия. Цветки обоеполые. Тычинок 4—8.

Горец птичий, спорыш — *P. aviculare*. Однолетник с приподнимающимися стеблями и мелкими листьями удлиненно-ovalной формы. Цветки беловато-розовые. Это обыкновенное придорожное растение, встречается на выгонах, огородах. Имеет кормовое значение для птиц и скота.

Горец перечный, или водяной перец, — *P. hydropiper*. Однолетник с сильноветвистым стеблем и ланцетными листьями. Околоцветник малиновый. Плодики и вегетативные части с перечным вкусом. Растет на сырых полях, полянах, по канавам, на перегнойной влажной почве.

Горец змеиный, или раковые шейки, — *P. bistorta*. Многоцветник с толстым изогнутым деревянистым корневищем с клубневидными утолщениями,

в изломе корневище красноватое, крахмалистое. Листья снизу сизоватые, колос плотный, цилиндрический, околоцветник розовый. Растет по сырым лугам, лесным полянам, опушкам, чаще на торфянистой почве.

Гречиха посевная — *Fagopyrum esculentum*. Однолетник с невысокими красными стеблями. Цветки обоеполые, в пазушных соцветиях, душистые. Тычинок 8, пестик с 3 столбиками. Плод бурый с острыми ребрами, семя крахмалистое. Прекрасный медонос.

К этому же семейству относится джузгун — *Calligonum*. Ветвистый кустарник с нитевидными листьями. Плод — орецек с крупным ажурным шарообразным придатком, благодаря которому плоды легко перекатываются и разносятся ветром. Джузгуны играют существенную роль в закреплении песков пустынь Средней Азии и используются как топливо. В СССР встречается 71 вид.

Над порядок *Dilleniales* очень обширен. Наиболее примитивные представители характеризуются апокарпным гинецием, у большинства же растений он ценокарпный.

Порядок каперсоцветные — *Capparales*

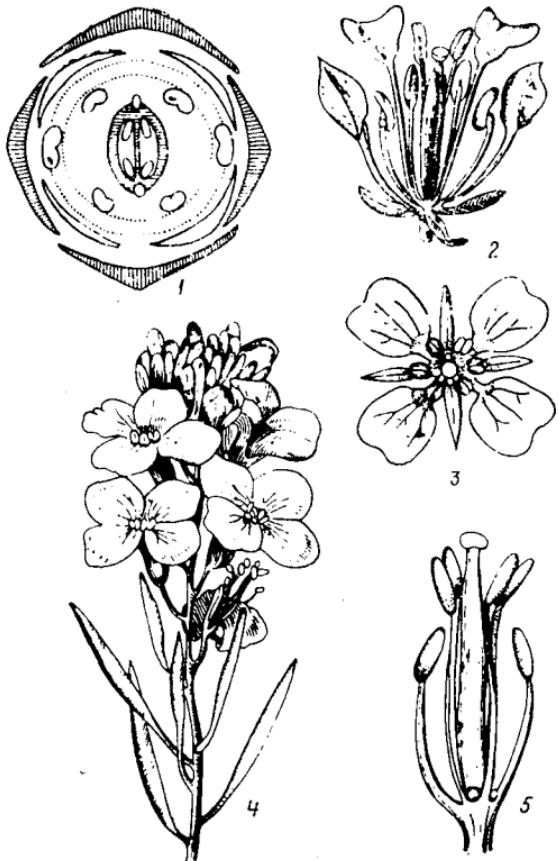
Своим происхождением порядок связан с примитивными представителями порядка *Violales* (по сходству строения гинеция, нектарников, семязачатков, оболочек микроспор). От *Ranunculales*, с которым многие его объединяют, рассматриваемый порядок, отличается оболочкой микроспор, строением гинеция, биохимическими особенностями. Это деревья, кустарники, травы. Листья большей частью очередные, простые, реже пальчатосложные, обычно без прилистников. Цветки обычно обоеполые, актиноморфные или слегка зигоморфные, большей частью с двойным околоцветником, реже безлепестные. Околоцветник 4-, реже 5-членный. Тычинки многочисленные или их несколько, свободные. Завязь верхняя. Семена без эндосперма или со скучным эндоспермом.

Семейство капустные, или крестоцветные, — *Brassicaceae, Cruciferae*

Самое крупное семейство порядка, включающее более 350 родов и около 3000 видов, распространенных главным образом в Северном полушарии, особенно в Средиземноморье, Западной и Средней Азии. Это травы или редко полукустарники и кустарнички. Листья очередные простые, без прилистников, редко прикорневые, в виде розетки. Цветки в кистях обоеполые, актиноморфные, редко зигоморфные (рис. 52). Околоцветник 4-членный, лепестки венчика расположены накрест. Тычинок 6, 4 из них более длинные, 2 короткие, у основания тычинок нектарный диск. Гинецей из 2 плодолистиков со столбиком или без него, рыльце 2-лопастное или головчатое.

Рис. 52. Крестоцветные:

1 — диаграмма цветка; 2 — общий вид цветка; 3 — схема цветка на плоскости; 4 — соцветие кочанной капусты; 5 — андроцей и гинецей цветка



Плод — стручок или стручочек, редко орешек. Семена без эндосперма или со скучным эндоспермом, содержат много масла. К этому семейству относятся такие пищевые растения, как капуста, брюква, репа, редиска, редька, хрень; масличные — горчица, рижник, сурепица; декоративные — левкой; многие сорняки полей и огородов — сурепка, ярутка, пастушья сумка. В лесах растут чесночник и лунник. Многие крестоцветные — хорошие медоносы.

Чесночник лекарственный (чесночная трава) — *Alliaria petiolata*. Двулетник, стебель цилиндрический. Нижние листья на длинных черешках

почковидные, крупногородчатые, развивающиеся в первый год и на следующий отсутствующие, средние и верхние — тупояйцевидные или почти треугольные, с сердцевидным или округлым основанием, острозубчатые. Цветки белые собраны в кисть. Стручки на толстых ножках. Встречается по тенистым местам в лесах, лесным оврагам, среди кустарников, иногда как сорное.

Лунник многолетний — *Lunaria rediviva*. Многолетник с прямым шершавым стеблем. Листья сердцевидные, зубчатые, коротковолосистые, черешковые. Растет в тенистых лиственных лесах.

Сердечник луговой — *Cardamine pratensis*. Стебель цилиндрический, полый. Прикорневые листья в розетке, листочки их округлые или округлояйцевидные, зубчатые или цельнокрайние, черешковые, конечный листочек почти почковидный. У стеблевых листьев листочки линейные или продолговатые, цельнокрайние. Цветки бледно-фиолетовые, тычинки вдвое короче лепестков с желтыми пыльниками. Встречается на лугах, по краю болот, в сырьих кустарниках, лесах.

С белыми цветками и тычинками равными лепесткам, но с фиолетовыми пыльниками по топким местам, берегам рек, ручьев, в лесах и болотах растет сердечник горький — *C. amara*.

Сумочник пастуший, пастушья сумка — *Capsella bursa pastoris*. Однолетник с прямостоящим, простым или ветвистым стеблем. Нижние листья в розетке, перистораздельные с треугольными, острыми, зубчатыми долями и чешечкой, стеблевые — мелкие сидячие, цельные или выемчато-зубчатые. Цветки белые, мелкие. Встречается во всех областях по полям, дорогам и сорным местам.

Ярутка полевая — *Thlaspi arvense*. Однолетник с мелкими белыми цветками. Стручочки плоские, овальные с выемчатой каймой наверху. Вредный сорняк полей и огородов.

Сурепка обыкновенная — *Barbarea vulgaris*. Одно- или двулетник с шаровидно-перистораздельными листьями. У нижних листьев конечная доля большая, округлая или овальная при основании сердцевидная, боковые в числе 3—4 пар. Цветки желтые с приятным запахом. Стручки четырехгранные-цилиндрические, стоящие косо вверх. Вредный сорняк полей и лесопитомников.

Икотник серо-зеленый — *Bergera incana*. Двулетник. Стебель и листья серые от звездчатых волосков. Листья почти сидячие ланцетные или продолговатые, острые с редкими зубцами. Цветки мелкие, белые, собраны в кисти, похожие на щитки. Плод — стручочек. Сорняк, растет на бедных почвах.

Для над порядка Ericanae характерно преобладание сростнолепестных форм.

Порядок верескоцветные — *Ericales*

Происходит от Theales, о чем свидетельствуют морфологическое сходство репродуктивных органов и анатомия древесины. Это кустарники и небольшие деревья, реже многолетние травы, иногда сапрофитные. Листья обычно очередные, реже супротивные или мутовчатые, цельные, без прилистников. Цветки обоеполые, редко однополые, обычно актиноморфные, сростно- или свободнолепестные. Тычинок 10—5, свободные, гинецей ценокарпный из 2—4 или 5 плодолистиков с простым столбиком. Завязь верхняя или нижняя. Плоды разнообразного типа. Семена мелкие с обильным эндоспермом и маленьким зародышем.

Семейство вересковые — *Ericaceae*

Самое обширное семейство порядка, включает 80 родов и 2200 видов. Широко распространено в субтропических, умеренных и холодных странах, а также в горах тропиков, но отсутствует в пустынях и степях. Это кустарники, кустарнички, редко полукустарники, деревья или лианы. У многих Ericaceae образуется на корнях микориза. Листья очередные, редко супротивные, простые, часто кожистые. Цветки обычно в соцветиях, реже одиночные; правильные, обоеполые. Венчик спайнолепестный, иногда только в основании, 4—5-лопастной. Число тычи-

нок равно числу лепестков или вдвое больше. Пыльники часто с двумя рожками. Завязь верхняя или нижняя; многогнездная. Плод — коробочка.

Багульник болотный — *Ledum palustre*. Вечнозеленый кустарничек. Листья кожистые, линейные или продолговатые с завернутыми краями, снизу с рыжевато-бурым войлоком. Цветки белые в щитковидных кистях. Плод — коробочка. Кустарничек с сильным одуряющим запахом. Растет в хвойных лесах, на сфагновых торфяниках.

Подбел многолистный — *Andromeda polifolia*. Маловетвистый вечнозеленый кустарничек с тонким стелющимся краснобурым стеблем и восходящими ветвями. Листья продолговато-ланцетные кожистые с завернутыми цельными краями. Сверху блестящие, снизу беловатые от воскового налета. Цветки беловато-розовые, правильные, собраны в зонтиковидное соцветие. Плод — коробочка. Растет на сфагновых торфяниках, хороший дубитель и краситель.

Болотный мирт — *Chamaedaphne calyculata*. Вечнозеленый кустарничек с продолговатыми и продолговато-ovalьными жесткими, сверху зелеными, снизу ржавчинного цвета листьями. Цветки правильные, белые в однобоких кистях. Растет на сфагновых торфяниках в хвойных лесах.

Вереск обыкновенный — *Calluna vulgaris*. Кустарничек с приподнимающимися ветвями. Листья мелкие, чешуевидные коротколинейно-ланцетные, почти трехгранные, сидячие, супротивные, расположенные на большей части стебля черепитчато в 4 ряда. Цветки мелкие лиловые в однобоких кистях. Плод — коробочка. Растет на бедных песчаных почвах и сфагновых болотах. Медонос.

Толокнянка обыкновенная, или медвежья ягода, — *Arctostaphylos uva-ursi*. Кустарничек со стелющимися стеблями. Листья кожистые продолговато-обратнойцевидные или обратноланцетные, тупые, цельнокрайние, сверху темно-зеленые, снизу светлее, без черных точек в отличие от брусники. Цветки белорозовые, правильные, в верхушечных поникающих кистях. Плод — мучнистая костянка. Растет в сухих борах, преимущественно в северных областях лесной зоны. Дубитель и краситель.

Семейство брусличные — *Vacciniaceae*

Включает 20 родов и около 300 видов. Семейство близкое к предыдущему. Представлено низкими вечнозелеными или листопадными кустарничками и полукустарничками. Цветки правильные, обоеполые, 4—5-членные, тычинок 8—10. Пестик из 5 плодолистиков. Отличается от предыдущего семейства нижней завязью, плод нижняя ягода (ягодовидный) или костянка, а не коробочка.

Рис. 53. Брусника



Род вакциниум — Vaccinium. Распространен на всех континентах, кроме Австралии, но преимущественно в Северном полушарии. В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке встречается 7 видов, в Северной Европе 3, на Кавказе — 4 вида.

Брусника обыкновенная — Vaccinium vitis idaea. Вечнозеленый кустарничек. Листья кожистые, сверху блестящие, темно-зеленые, овальной или обратнояйцевидной формы, тупые со слабо завернутыми цельными

или почти цельными краями, снизу светло-зеленые с черноватыми точечными железками. Цветки правильные, бледно-розовые в коротких густых поникающих верхушечных кистях. Плоды — красные, ягодовидные, съедобные (рис. 53). Растет в хвойных лесах на средних и бедных почвах.

Черника — Vaccinium myrtillus. Кустарничек с зелеными острогранеными побегами. Листья яйцевидные или овально-яйцевидные, мелкопильчатые с обеих сторон светло-зеленые, на зиму опадают. Цветки правильные, одиночные, зеленовато-белые. Плод ягодовидный черного цвета с сизым налетом. Растет в хвойных лесах на влажных почвах вместе с лесными мхами. Наибольший урожай ягод до 600 кг с 1 га. Ягоды употребляются в свежем и сушеном виде.

Голубика, или гонобобель, — V. uliginosum. Кустарничек с цилиндрическими побегами. Листья овальные, обратнояйцевидные, обратноланцетные с тупой или выемчатой верхушкой, цельнокрайние, сверху темно-зеленые, снизу сизо-зеленые. Цветки правильные, белые. Плоды крупнее, чем у черники, голубые, внутри зеленоватые.

Род клюква — Oxusoccus. Кустарничек с тонкими стелющимися стеблями и приподнимающимися концами. Листья плотные, кожистые, сверху блестящие темно-зеленые, снизу почти белые, продолговатые или яйцевидные. Цветки немногочисленные розовые, правильные. Плоды темно-красные ягодовидные. Растет на торфяных сфагновых болотах. Ценное ягодное растение.

Семейство грушанковые — Pyrolaceae

Включает 4 рода и около 45 видов, распространенных в северных умеренных и холодных областях. Это вечнозеленые многолетние травы с ползучим корневищем. Листья очередные, супротивные или почти мутовчатые, цельнокрайние или зубчатые. Иногда листья редуцированы. Цветки в соцветиях (кисть, зонтик, щиток) или одиночные, обоеполые, актиноморфные. Чашелистиков и лепестков 4—5 свободных или слегка сросшихся. Тычинок 8—10 свободных, нектарный диск имеется или отсутствует (*Pyrola*). Гинецей из 5 плодолистиков с простым столбиком. Завязь верхняя. Плод — коробочка. Семена мелкие с недоразвитым зародышем и обильным эндоспермом.

Род грушанка — *Pyrola*. Многолетние травы с ползучим корневищем и вечнозелеными кожистыми листьями.

Грушанка круглолистная — *P. rotundifolia*. Многолетник. Листья блестящие округлые или овальные, тупые, почти цельнокрайние. Цветки белые правильные в многоцветковой кисти. Плод — коробочка. Растет в мшистых хвойных лесах и по кустарникам.

Рамишия однобокая, или грушанка средняя, — *Orthilia secunda*. Отличается ребристым стеблем. Листья округлые или овальные, заостренные с красноватыми черешками. Цветки белые к основанию с розоватым оттенком. Растет вместе с грушанкой круглолистной.

Одноцветка одноцветковая — *Moneses uniflora*. Маленькое многолетнее растение с розеткой блестящих кожистых округлых или широкояйцевидных городчатых листьев суженных в короткий крылатый черешок. Цветок одиночный белый, правильный, душистый, несколько поникающий на цветочном стебле. Встречается в мшистых хвойных, преимущественно еловых, лесах.

Порядок первоцветные — Primulales

Имеет общее происхождение с порядком Ebenales, видимо, от Theales. Это деревья, кустарники или травы. Листья простые, обычно цельные, без прилистников. Цветки обоеполые, реже однополые, актиноморфные, 5-членные. Чашечка из свободных, редко сросшихся чашелистиков, венчик сростнолепестный, редко отсутствует. Тычинки в 2 кругах. Гинецей с простым столбиком. Завязь верхняя, редко полунижняя или нижняя. Плод — ягода, костянка или коробочка. Семена с эндоспермом.

Семейство первоцветные — Primulaceae

Содержит 30 родов и более 800 видов. Широко распространено по всему земному шару, но главным образом в областях Северного полушария с умеренным и холодным климатом, некоторые виды произрастают в горах и в Арктике. Это много-

летние, иногда водные, травы, редко полукустарники. Листья прикорневые, очередные, супротивные или мутовчатые, цельные или лопастные, редко перисторассеченные на линейные доли. Цветки чаще в соцветиях (метелка, зонтик, кисть, колос) или одиночные, обоеполые, актиноморфные, редко зигоморфные, обычно 5-членные, редко 4 или 6—9- и даже 3-членные. Чашечка сростнолистная, венчик большей частью сростнолепестный, редко свободный (4—9-лопастный). Тычинки в одинаковом числе с лепестками и супротивны им. Гинецей из 4—5 плодолистиков с простым столбиком и головчатым рыльцем. Завязь верхняя или полунижняя. Плод — коробочка. Семена с маленьким зародышем и обильным эндоспермом. К этому семейству относятся роды седмичник, вербейник, первоцвет, представители которых встречаются в лесу.

Седмичник европейский — *Trifolium europeae*. Многолетний многолетник. Неветвящийся стебель несет мутовку из 6—7 нежных листьев овальной или обратнояйцевидной формы и неравной величины. Кроме мутовки, на стебле имеется 1—3 мелких очередных листа. Цветок один, белый актиноморфный, 7-членный. Чашелистников, лепестков и тычинок 7. Плод — коробочка. Размножается преимущественно вегетативно. Встречается в хвойных, чаще в еловых лесах на почвах среднего плодородия и среднего увлажнения.

Вербейник обыкновенный — *Lysimachia vulgaris*. Многолетник с тупочетырехгранным стеблем. Листья супротивные или по 3—4 в мутовке на коротких черешках или почти сидячие ланцетные продолговато-яйцевидные, опущенные снизу, светло-зеленые с черными просвечивающими точками. Цветки желтые, 5-членные, собраны в верхушечную метелку. Плод — коробочка. Растет в лесу и в кустарниках на перегнойно-торфянистой сырой почве.

Первоцвет лекарственный — *Primula officinalis*. Невысокий многолетник с розеткой прикорневых листьев. Листья морщинистые по краю волнистые, снизу с волосками, суженные в крылатый черешок. Цветки желтые, 5-членные, собраны в соцветие зонтик и все поникают в одну сторону. Цветет ранней весной. Растет на лугах, лесных полянах, у опушек.

Порядок мальвоцветные — *Malvales*

Относится к надпорядку *Malvanae*. Этот порядок произошел от какой-то группы, промежуточной примитивным *Theales* и *Violales*. Включает деревья, кустарники и травы с очередными простыми или реже сложными листьями, обычно с прилистниками. Молодые части растений часто опущены. Цветки обоеполые, актиноморфные, 5-членные с двойным околоцветником. Чашелистики свободные или сросшиеся, лепестки свободные. Тычинки обычно в 2 кругах. Гинецей из многих плодолистиков. Завязь верхняя.

Семейство мальвовые — Malvaceae

Включает около 90 родов и 1570 видов, широко распространенных по всему земному шару за исключением очень холодных областей. Наибольшее число родов и видов встречается в тропических странах. Это травы, кустарники или деревья с очередными, простыми, цельными, или лопастными, пальчатонервными листьями с прилистниками. Имеется опушение. Цветки обычно в сложных соцветиях, редко одиночные и пазушные. Цветки обоеполые, актиноморфные. Чашелистиков и лепестков 5, свободных или сросшихся. Тычинки в 2 кругах, многочисленные, сросшиеся нитями в трубку. Гинецей из 2—5 или многих плодолистиков. Плод — коробочка, иногда ягода. Семена с эндоспермом. Наиболее важным представителем этого семейства является хлопчатник — *Gossypium*. Это древесное многолетнее тропическое растение, в культуре используется в странах с умеренным климатом на первом году жизни. Стебель ветвистый, листья 3—5—7-лопастные. Чашечка сростнолистная, венчик раздельнолепестный из 5 лепестков. Плод — коробочка. Семена покрыты по всей поверхности волосками длиной от 10 до 65 мм и выше. Из-за этих волосков (волоконец) и возделывают хлопчатник, из семян добывают жирное масло, употребляемое в пищу и в технике.

Род мальва — *Malva*. Многолетние и однолетние травы. Некоторые виды сорные.

Род алтай — *Althaea*. Одно-, двух- и многолетние травы.

Алтай лекарственный — *A. officinales*. Многолетник. Растет на влажных местах в средней и южной полосах европейской части СССР, на Кавказе, в Средней Азии.

Род кенаф-гибискус — *Hibiscus*. Одно- и многолетние травы и кустарники.

Кенаф — *H. cannabinus*. Однолетник, культурное растение, дает волокно для сетей, мешков, шпагата.

Порядок молочаецветные — Euphorbiales

Сходство строения гинецея и волосков опушения указывает на общее происхождение с Malvales. Включает деревья, кустарники и травы. Листья очередные простые или сложные с прилистниками. Цветки однополье, безлепестные с двойным околоцветником или без него. Тычинки свободные или сросшиеся нитями. Гинецей из 3 плодолистиков, завязь верхняя. Плод — коробочка, ягода или костянка. Семена с эндоспермом, реже без него.

Семейство молочайные — Euphorbiaceae

Включает 290 родов и около 7500 видов, распространенных главным образом в тропических и субтропических странах. Травянистые представители встречаются в умеренных и даже

холодных областях. Это кустарники, деревья, реже травы, часто с млечным соком. Внешне молочайные очень разнообразны. Листья очередные, реже супротивные или мутовчатые, простые или сложные с перистым или пальчатым жилкованием с прилистниками. Для многих молочайных характерны млечные трубы, клетки или мешки. Цветки в соцветиях различных типов (зонтиковидные, метелки, колосовидные), всегда однопольные, однодомные или двудомные, актиноморфные с двойным оклоцветником, часто безлепестные или совсем без оклоцветника. Околоцветник 5-членный, реже 3—4-членный. Чашелистики и лепестки обычно свободные. Тычинок 5, много или 1, свободных или в разной степени сросшихся. В мужских цветках часто имеетсяrudиментарный гинецей. Женские цветки со стaminодиями или без них. Гинецей из 3 плодолистиков, реже 2—4. Рылец 3 или 6. Плод — особый тип коробочки (регма), ягода, редко костянка или орех. Семена с эндоспермом.

Пролесник многолетний — *Mercuriales regennis*. Многолетник с ползучим корневищем. Стебель простой, внизу безлистный, вверху со сближенными парами листьев. Листья длинночерешковые, овальной или овально-ланцетной формы длиной до 10 см, заостренные по краю, пильчато-городчатые. Двудомное растение. Цветет ранней весной. Цветки мелкие, невзрачные, на длинных цветоносах, в соцветиях — колос, выходят из пазух листьев. Плод двусемянка. Млечный сок не содержит. Растет на сырых, плодородных почвах в широколиственных и хвойных лесах. Растение ядовитое. Одна из особенностей этого растения заключается в том, что при сушке оно синеет.

Род молочай — *Euphorbia*. Травы и кустарники с сидячими супротивными листьями. Цветки без оклоцветника собраны в группы, состоящие из одного женского цветка, ниже которого расположены мужские цветки, состоящие из одной тычинки. Такая группа цветков окружена 5 прицветниками и напоминает цветок. Плод дробный (3-гранный орешек), коробочка. Растения содержат ядовитый млечный сок, поэтому животные их не поедают. В СССР свыше 150 видов, распространены всюду, но главным образом на юге.

Род клещевина — *Ricinus*. Родина — Африка, где является деревом, у нас в стране травянистое однолетнее растение. Возделывается из-за семян, содержащих невысыхающее жирное масло, применяемое для смазки моторов, выделки мыла, получения касторового масла; широко используется для изготовления нейлона. К этому же семейству относится каучуконосное тропическое дерево — хевея (гевея) бразильская — *Hevea brasiliensis*.

Над порядок Rosanae происходит от Dilleniales или имеет общее с ним происхождение. На Rosanae более специализирован. Эволюция его характеризуется переходом от древесного типа к травянистому, от лестничной перфорации сосудов

к простой, от актиноморфных цветков к зигоморфным, от апокарпного гинецея к ценокарпному, от полимерного гинецея к мономерному, от верхней завязи к нижней, от семян с эндоспермом к семенам без него.

Порядок розоцветные — Rosales

Включает деревья, кустарники и травы с очередными или супротивными простыми или сложными листьями с прилистниками или без них. Цветки обычно обоеполые, реже однополые, круговые, 5-членные. К этому порядку относятся очень различные по внешнему виду и строению растения, связанные между собой промежуточными формами. Через подсемейство Spiraeoideae семейства Rosaceae порядок Rosales тесно связан с Dilleniaceae.

Семейство розоцветные — Rosaceae

Включает около 115 родов и более 3000 видов, распространенных главным образом в умеренных и субтропических областях Северного полушария. Сюда относятся вечнозеленые и листопадные деревья и кустарники, а также травы. Растения различного внешнего вида. Листья разнообразные, простые и сложные с перистым и пальчатым жилкованием, большей частью с прилистниками. Листорасположение очередное, редко супротивное. Цветки одиночные или в соцветиях, обоеполые, актиноморфные. Околоцветник 5-членный, редко 3—4 или более. Чашелистиков 5, редко 10, у основания сросшихся. Лепестков 5 или отсутствуют (*Alchemilla*). Тычинок много, реже они в определенном количестве (5 или 10) или редуцированы до 2 или 1. Между тычинками и плодолистиками находится нектарный диск. Гинеций из 1 и нескольких плодолистиков. Завязь верхняя или нижняя. Плоды разнообразные — многолистовка, коробочка, яблоко, костянка и др. Семена без эндосперма или со скучным остаточным эндоспермом. Самой примитивной группой в семействе розоцветных является подсемейство спирейные, несколько более специализировано подсемейство розовые. От Spiraeoideae произошло подсемейство яблоневые, характерной особенностью которого является плод — яблоко, и подсемейство слиевые с плодом костянка или многокостянка.

Подсемейство спирейные — Spiraeoideae. Кустарники с простыми или сложными листьями. Мелкие цветки собраны в соцветия — кисть или щиток. Цветоложе плоское. Пестиков 5, каждый из 1 плодолистика. Завязь верхняя. Плод — сборная листовка. Сюда относятся виды рода спирея (спирея дубравколистная, средняя, иволистная и др.).

Подсемейство розовые — Rosoideae. Травы и кустарники. Листья простые цельные или раздельные, реже сложные. Пестиков 1—5 или много. Плоды разнообразные.

Род рубус — Rubus. Это многолетние травы, полукустарники и кустарники. Цветоложе выпуклое. Плоды — сборная костянка. Костяника — *R. saxatilis*. Образует длинные укореняющиеся усы. Листья тройчатые. Цветки белые. Плоды — сборная костянка. Растет в лесу на довольно богатых почвах.

Морошка — R. chamaemorus. Листья почковидно-лопастные. Цветки одиночные темно-розовые. Плод — желтая сборная костянка. Растет на сфагновых болотах. Здесь же встречается поленика — *R. arcticus* с душистыми темно-красными плодами. К этому же роду относятся малина и ежевика.

Таволга вязолистная, или лабазник, — Filipendula ulmaria. Крупное многолетнее травянистое растение с перистыми листьями и крупными соцветиями из мелких белых цветков. Растет в лесах на перегнойной плодородной почве с избыточным проточным увлажнением.

Земляника лесная — Fragaria vesca. Растение с корневищами и стелющимися длинными укореняющимися побегами — усами. Цветки в редкой кисти. Цветоложе сильно разрастается, становится сочным, красным, на поверхности сочного цветоложа находятся семянки. Плод земляниковидный. Растет в лесах на средних и богатых почвах, сильно разрастается на опушках и вырубках.

Лапчатка калган, или узик, — Potentilla erecta. Листья тройчатые с крупными прилистниками. Растение с толстым деревянистым корневищем, содержащим дубильные вещества. Цветки желтые, 4-членные. Плод — сборная семянка. Растет на разных почвах во влажных лесах и на лугах.

Гравилат речной — Geum rivale. Короткокорневищное растение с крупными раздельными листьями, стеблевые листья с небольшими прилистниками, на коротких черешках, нижние — длинночерешковые. Цветки поникающие бледно-розовые с красными жилками, чашечка буро-красная. Растет на перегнойной почве с проточным избыточным увлажнением в лесах и на лугах.

Гравилат городской — G. urbanum. Отличается от предыдущего вида желтыми цветками, зеленой чашечкой. Растет в более сухих местах.

Сабельник болотный — Comagum palustre. Длиннокорневищное многолетнее растение с перистосложными листьями; сверху листья темно-зеленые, снизу беловатые. Венчик темно-красный. Растет в местах с избыточным проточным увлажнением.

Род манжетка — Alchemilla. Многолетние растения с округло-почковидными листьями. Цветки мелкие зеленовато-желтые, собранные в соцветие щитковидной метелки. Цветки с простым 4-членным чашечковидным околоцветником, тычинок 4, пестик 1. Плод — семянка. Растет в редком лесу, на опушках и лугах.

К подсемейству розовые относятся и многочисленные виды

рода роза или шиповник. Роза (шиповник) — это кустарник с шипами на побегах с пепарнoperистосложными листьями. Цветки крупные (рис. 54). Околоцветник двойной 5-членный, венчик красный, белый, розовый, желтый, тычинок и пестиков много. Цветоложе бокальчатое. Завязь средняя. Плоды богаты



Рис. 54. Шиповник:

1 — цветущая ветвь; 2 — плод; 3 — цветок в разрезе; 4 — разрез плода; 5 — диаграмма цветка

витаминами. Махровые сорта различных видов роз культивируются как декоративные. В лесах и кустарниках встречаются в северных районах роза иглистая с тонкими шипами на молодых вегетативных и цветущих побегах и опущенными снизу листочками, а также роза коричная, у которой под листьями имеются парные согнутые шипы. В более южных районах растет роза собачья.

Подсемейство яблоневые — Maloideae. Включает деревья и кустарники. Листья простые. Околоцветник 5-членный, цветоложе внутри вогнутое, завязь нижняя. Плод — яблоко.

Яблоня домашняя — *Malus domestica*. Культурная яблоня, имеющая много сортов.

Яблоня лесная — *M. sylvestris*. Венчик снаружи розовый, внутри белый. Растет в широколиственных лесах европейской части СССР.

Род груша — *Pyrus*. У груши обыкновенной — *P. communis* побеги заканчиваются колючкой. Листья округлые, плотнокожистые, венчик белый. Соцветие зонтиковидное. Растет в широколиственных лесах европейской части СССР.

Рябина обыкновенная — *Sorbus aucuparia*. Дерево с непарноперистосложными листьями и мелкими цветками, собранными в соцветие — щиток. Плоды — красно-оранжевые яблоки. Дерево 2-го яруса хвойно-мелколиственных и широколиственных лесов.

Подсемейство сливовые — *Prunoideae*. Это небольшие деревья и кустарники. Пестик один, образованный из одного плодолистика. Плод — костянка.

Черемуха обыкновенная — *Padus (racemosa) avium*. Это дерево второй величины. Листья при растирании издают специфический запах, на вкус терпкие. Цветки мелкие с сильным запахом, собраны в соцветие — кисть. Плод — черная костянка. Растет по опушкам леса и в приречных лесах.

Слива колючая, или терн, — *Prunus spinosa*. Небольшой ветвистый колючий кустарник с одиночными цветками. Плоды терпкие, шаровидные. Растет в лесостепи и степи. Сюда же относится род слива домашняя — *P. domestica*.

Вишня обыкновенная — *Cerasus vulgaris*. Дерево или кустарник. Цветки и плоды по 2—3 на длинных стебельках. Плод — шаровидная костянка.

Порядок бобовоцветные — *Fabales*

Примыкает к порядку *Saxifragales*, но более эволюционно продвинут: сосуды с простой перфорацией, семена без эндосперма, семяпочки с двойным интегументом. Деревья, кустарники, полукустарники или травы с очередными перисто- или пальчатосложными листьями, редко наблюдаются вторичнопростые листья. Обычны прилистники. Цветки в соцветиях (кисть, колос, головка), обоеполые, актиноморфные, 5-членные. Чашелистики более или менее сросшиеся, лепестки свободные или 2 сросшихся у основания. Тычинок 10 или больше, свободные или сросшиеся пучками. Гинецей апокарпный из одного плодолистика. Плод — боб (рис. 55). В порядок входят 3 очень близких семейства, которые многие ботаники рассматривают как подсемейства большого семейства бобовые *Fabaceae (Leguminosae)*.

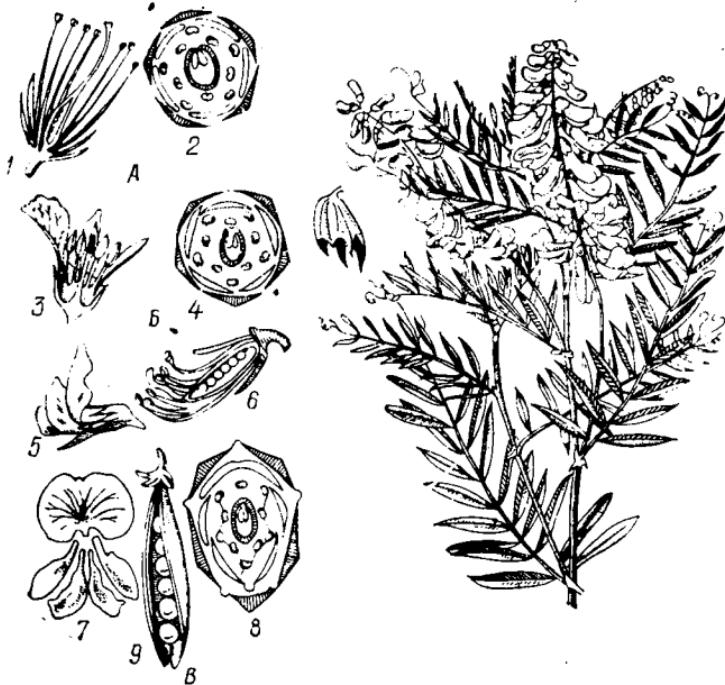


Рис. 55. Бобовые:

A — семейство мимозовые: 1 — разрез цветка; 2 — диаграмма цветка; *Б* — семейство цезальпиниевые; 3 — разрез цветка; 4 — диаграмма цветка; *В* — семейство мотыльковые; 5 — цветок; 6 — разрез через андроцей и гинецей; 7 — части венчика, парус, весла, части лодочки; 8 — диаграмма цветка; 9 — боб; *Г* — мышиный горошек

Семейство мимозовые — *Mimosaceae*

Самое примитивное семейство порядка, содержащее 56 родов и около 2800 видов, распространенных в тропических и субтропических странах, главным образом в областях с сухим климатом. Деревья, кустарники, редко полукустарники или травы. Цветки мелкие, актиноморфные, иногда с зигоморфной чашечкой. Лепестков 5, свободных или сросшихся. Тычинок много или вдвое больше, чем лепестков, редко в равном с ними числе, нити свободные или сросшиеся. Гинецей мономерный, реже из нескольких плодолистиков.

Акация серебристая — *Acacia dealbata*. Это дерево с дважды перистыми серовато-зелеными листьями и соцветиями в виде мелких желтых головок. Цветет в феврале-марте. В городах продается под названием мимоза. К этому же семейству относятся альбизия шелковая — *Albizia julibrissin*, и мимоза — *Mimosa*.

Семейство цезальпиниевые — *Caesalpiniaceae*

Включает 152 рода и до 2800 видов, распространенных главным образом в тропических и субтропических странах. Деревья или кустарники, редко полукустарники или травы. Цветки

большой частью зигоморфные. Чашелистиков 5, редко 4 или нет, обычно они свободные, передко 2 верхних сросшиеся. Лепестков 4 или меньше, свободные, иногда отсутствуют. Тычинок 10, редко больше. Гинецей из одного плодолистика. Плод — боб.

Род гледичия — *Gleditschia*. Деревья с перистыми или дваждыперистыми листьями и с крупными ветвистыми колючками на стволах. Бобы крупные, длиной до 30 см. Гледичии каспийская — *G. caspica* и трехколючковая, обыкновенная — *G. triacanthos* используются в полезащитных лесных полосах.

Семейство бобовые — Fabaceae, Papilionaceae

Самое большое семейство порядка. Включает 490 родов и около 12 000 видов. Растения этого семейства распространены по всему земному шару. Это многолетние травы, кустарники, реже деревья. Много среди них травянистых и деревянистых лиан. Листья очередные с прилистниками, перисто- и пальчатосложные, реже простые. Цветки обычно зигоморфные, реже актиноморфные, обоеполые, чаще в соцветиях, реже одиночные. Чашечка из 5 сросшихся чашелистиков. Венчик 5-лепестный, своеобразного «мотылькового» типа, самый крупный верхний лепесток — парус, два боковых — крылья, или весла, два нижних срослись в лодочку.

Тычинок 10, у немногих видов тычинки свободные, чаще все тычинки срастаются в трубочку (однобратственный андроцей) или 9 тычинок срастается, а одна остается свободной (двубратственный андроцей). Трубочка из сросшихся тычинок охватывает пестик. Гинецей из одного плодолистика, завязь верхняя. Плод — боб, обычно многосемянный, редко односемянный. Семя без эндосперма, но зародыш имеет 2 мясистые семядоли. Особенность бобовых — образование клубеньков на корнях вследствие симбиоза с клубеньковыми бактериями, усваивающими атмосферный азот. Поэтому бобовые растения богаты белками и являются накопителями азотистых веществ в почве.

Бобовые играют большую роль в образовании растительного покрова и среди них много ценных продовольственных и кормовых растений, отличающихся высоким содержанием белка. Среди бобовых есть ценные древесные и декоративные растения. К этому семейству относится: желтая акация, или карагана древовидная, — *Sagastana arborescens* с парноперистосложными листьями. Это крупный кустарник, естественно растущий в Сибири. Цветки желтые.

Робиния лжеакация, или белая акация, — *Robinia pseudoacacia*. Дерево с непарноперистосложными листьями, при основании с колючками. Цветки душистые белые в крупных кистях. Родина — Северная Америка. Быстрорастущее, засухоустойчивое и очень декоративное растение, поэтому в СССР используется

ется при озеленении и в полезащитном лесоразведении. Травянистым лесным растением семейства является только сочевичник весенний — *Lathyrus vernus*. Это многолетник с парно-перистосложными листьями. Цветет ранней весной, образуя по 2—5 крупных, вначале пурпурных, позже сиринговых цветков. Растет на богатых почвах как в широколиственных, так и хвойных лесах.

Род горошек — *Vicia*. На опушках, в изреженном лесу, на вырубках и на лугах растут: горошек мышиный *V. cagassa* и заборный — *V. sepium*. Горошек мышиный — многолетник с перистосложными листьями. Листочки продолговато-овальные, ланцетные или линейно-ланцетные в числе 8—12 пар. Прилистники полустреловидные. Стебель и листья с прижатыми волосками. Цветки зигоморфные сине-фиолетовые в густых, однобоких кистях. У горошка заборного листья сложные, состоят из 5—7 пар продолговато-яйцевидных тупых, иногда с выемкой листочек. Прилистники цельные. Цветки фиолетовые в пазушных укороченных кистях.

К этому же семейству относятся разные виды рода клеверов — *Trifolium*. В лесах на просеках, опушках и лугах растут клевера ползучий, гибридный, луговой и средний.

Клевер ползучий — *T. repens* с ползучими укореняющимися в узлах стеблями. Листья черешковые, тройчатые, все листочки обратнояйцевидные. Цветки белые в головках. Ценное пастбищное растение, используется для озеленения газонов.

Клевер гибридный — *T. hybridum*. Листочки только самых нижних листьев обратнояйцевидные, верхние ромбически-овальные с ланцетными заостренными прилистниками. Головки розовые.

Клевер луговой — *T. pratense*. Многолетник. Прикорневые листья длинночерешковые, листочки яйцевидные, по краю мелковыемчато-зубчатые, стеблевые листья на коротких черешках овальные или продолговатые, почти цельнокрайние. Прилистники широкоовальные, почти пленчатые с ясно выступающими жилками, на $\frac{2}{3}$ приросшие к черешку, в свободной части суживающиеся в тонкое остистое острье. Головки темные с оберткой. Хорошее кормовое растение.

Клевер средний — *T. medium*. Длинночерешковые прикорневые листья яйцевидные, сверху голые; снизу бледные с короткими прижатыми волосками, по краю с ресничками. Прилистники узколанцетные, острые. Головки темные, без обертки. Хорошее кормовое растение.

К этому семейству относятся такие пищевые растения, как горох огородный — *Pisum sativum*, фасоль обыкновенная — *Phaseolus vulgaris*, соя *Soja hispida*, бобы обыкновенные — *Vicia faba*, земляные орехи — *Arachis hypogaea*; декоративные растения — душистый горошек — *Lathyrus odoratus*; кормовые — люцерна посевная — *Medicago sativa*; зеленое удобрение — люпин — *Lupinus*.

Порядок миртоцветные — Myrtales, Onagrales

Относится к над порядку — *Myrtanae*. Порядок включает деревья, кустарники, травы с супротивными или реже очередными простыми, цельными без прилистников листьями. Цветки обычно обоеполые, 4—5-членные, с более или менее развитой цветочной трубкой, свободной или сросшейся с завязью, актиноморфные или зигоморфные, иногда безлепестные. Число тычинок иногда неопределенное. Число плодолистиков равно числу чашелистиков или меньше. Завязь верхняя, полунижняя или нижняя. Семена без эндосперма или со скучным эндоспермом.

Семейство кипрейные, или онагриковые, — Onagraceae

Включает 20 родов и 650 видов, распространенных в умеренных и субтропических областях, редко в тропиках. Это преимущественно травы, редко кустарники и небольшие деревья. Листья очередные, супротивные или мутовчатые, цельные или зубчатые, без прилистников или с опадающими прилистниками. Цветки одиночные, пазушные или в олиственных колосьях, кистях или метелках, обе- и однополые, актиноморфные, реже зигоморфные, обычно 4-членные, редко 6, 5, 3 или 2-членные с цветочной трубкой, приросшей к завязи и чаще всего более или менее продолженной над ней. Чашечка и лепестки в большинстве случаев с ноготками. Тычинок столько, сколько лопастей чашечки, или вдвое больше и в 2 кругах, редко тычинок 2 или 1. Гинецей из 4 плодолистиков. Завязь нижняя. Плод — коробочка, орех, ягода. Семена без эндосперма.

Иван-чай узколистный — *Chamaerion angustifolium*. Корне-отпрысковый многолетник с почти сидячими листьями. Листья очередные, ланцетные, заостренные, цельнокрайние. Снизу они бледные, сверху темно-зеленые.

Цветки 4-членные крупные, лиловато-пурпурные, слегка зигоморфные, в длинных кистях.

Плоды — длинные коробочки, семена мелкие с хохолком. Широко распространен на опушках, в кустарниках, на гарях и вырубках в хвойных лесах. Медонос. Не препятствует возобновлению леса, но затрудняет развитие других трав.

Кипрей горный — *Epilobium montanum*. Стебель цилиндрический неветвистый, довольно высокий покрытый пушком из курчавых волосков. Листья почти поверху супротивные, более или менее крупные с частыми зубчиками. Растет в редких лиственных лесах и кустарниках.

Кипрей болотный — *E. palustre*. Стебель слегка опущенный, прямой или кверху ветвистый. Листья сидячие, ланцетные или ланцетно-линейные, почти цельнокрайние. Цветки до распуска-

ния поникшие, лепестки светло-розовые или беловатые, доли чашечки острые. Растет по болотам, сырьим лугам, топким берегам рек и прудов.

Над порядок — *Rutanae* происходит от *Rosanae*.

Порядок гераниевые — *Geraniales*

В основном травы, реже кустарники, полукустарники или деревья. Листья простые, перистонервные с прилистниками или без них. Листорасположение очередное или супротивное. Цветки обычно обоеполые, 5-членные, актиноморфные, реже зигоморфные с двойным околоцветником. Чашелистики свободные или сросшиеся. Лепестки свободные. Тычинок 10 обычно в 2 кругах, иногда в результате выпадения одного круга тычинок 5 (редко 4), реже — много. Нити свободные или сросшиеся у основания. Гинецей из 5—3 плодолистиков. Завязь верхняя. Семена с эндоспермом или без него. Этот порядок очень близок к порядку *Rutales*, но несколько более продвинут; преобладают травы.

Семейство леновые — *Linaceae*

Включает 6 родов и около 250 видов, распространенных главным образом в умеренных и субтропических областях. Это кустарники, кустарнички, полукустарники или травы с очередными или супротивными цельными листьями с мелкими, часто едва заметными прилистниками, реже без них. Цветки в соцветиях, обоеполые, 5, редко 4-членные, актиноморфные. Чашелистики свободные или у основания более или менее сросшиеся. Лепестки свободные, обычно ноготковые, скрученные, опадающие. Тычинок 5, редко 4, чередующихся с лепестками с нитевидными или зубчатыми противолепестковыми стаминоидиями между ними. Нити при основании расширенные и более или менее высоко сросшиеся в трубку, несущую снаружи маленькие нектарные железки. Гинецей из 5—3, редко из 2 плодолистиков. Плод — коробочка. Семена со скучным эндоспермом.

Род лен — *Linum*. Одно- и многолетние травы с ветвящимся стеблем и сидячими, линейными листьями. Цветки правильные 5-членные. В основании тычинок располагаются нектарники. В СССР более 20 видов.

Лен культурный *L. usitatissimum*. Ценное культурное волокнистое и масличное растение. Листья мелкие, ланцетные, стебель тонкий, цилиндрический. Венчик голубой, розовый или белый. Встречаются 3 группы культурных форм этого льна: лен-долгунец — весь стебель используется для получения волокна, лен- кудряш — используется для получения из семян жирного масла, имеющего как пищевое, так и техническое

значение и служащего основным сырьем для приготовления олифы, лен-межеумок — занимает как бы среднее положение между долгунцом и кудряшом.

Семейство кисличные — Oxalidaceae

Включает 5 родов и более 900 видов. Это травы с мясистыми клубеньками или луковичками, реже полукустарники, кустарники или небольшие деревья. Листья очередные, пальчато- или перистосложные без прилистников. Цветки в соцветиях или одиночные, обоеполые, 5-членные. Чашелистики черепитчатые, свободные. Лепестки иногда при основании сросшиеся. Тычинок 10 со сросшимися при основании нитями. Нектарный диск отсутствует. Гинецей из 5 плодолистиков с головчатыми рыльцами. Плод — коробочка или ягода. Семена с обильным эндоспермом.

Кислица обыкновенная — *Oxalis acetosella*. Многолетнее растение с тонкими подземными побегами и прикорневыми очень нежными и тонкими на длинных черешках сложными тройчатыми листьями без прилистников. Листочки обратноширокояйцевидные с выемкой на верхушке, цельнокрайние. Цветки белые с лиловыми жилками. Чашечка из 5 чашелистиков, венчик 5-лепестной. Тычинок 10, пестик из 5 сросшихся плодолистиков. Цветет ранней весной. Летом образуются и закрытые (клейстогамные) цветки на коротких цветоножках. Плод — коробочка. Листья кислые на вкус. В лесах является показателем хороших почвенно-грнтовых условий.

Семейство гераниевые — Geraniaceae

Семейство очень близкое к кисличным. От кисличных гераниевые отличаются главным образом строением андроцоя и плода. Включает 8 родов и около 800 видов. Широко распространено в умеренных областях обоих полушарий и небольшим числом представлено в тропических странах. Это травы, реже полукустарники или кустарники. Листья очередные или супротивные, простые, пальчато- или перистолопастные, рассеченные или пальчато-, редко перистосложные с прилистниками. Стебли и листья густо опущены простыми или железистыми волосками. Цветки в соцветиях, реже одиночные, обоеполые, актиноморфные, иногда зигоморфные. Чашелистиков 5 или 4, свободные или сросшиеся, нередко чашелистик вытянут в длинную шпору, сочлененную с цветоножкой. Лепестков 5 или 4 свободных, иногда неравных, очень редко отсутствуют. Тычинок обычно 10, часто только 2—9 несут пыльники, редко 15. Нити чаще у основания сросшиеся, иногда свободные. Гинецей из 5, реже 3 плодолистиков. Плод — коробочка, при созревании обычно

распадающаяся по перегородкам на 1-семенные плодики. Семена без эндосперма или с тонким эндоспермом.

Герань лесная — *Geranium sylvaticum*. Стебель прямой, кверху ветвистый с обращенными вниз короткими волосками. Листья 7-надрезные с ромбическими зубчатыми долями. Цветки лиловые, бледно-фиолетовые. Цветоносы всегда прямостоячие. Растет в травяном покрове в светлых лесах и по опушкам на богатых почвах.

Герань луговая — *G. pratense*. Стебель прямой, ветвистый, как и черешки листьев, с густым мягким опушением. Цветки синие, цветоносы отогнуты вниз. Растет на лугах, полянках, у дорог и в кустарниках.

Герань болотная — *G. palustre*. Стебель шершавый от наклоненных вниз волосков. Цветки красновато-пурпуровые. Растет по сырым лесам, кустарникам, оврагам.

Аистник цикутный — *Erodium cicutarium*. Растение шершавое, листья перисторассеченные с зубчатыми долями. Чашелистики с короткой остью, лепестки венчика бледно-пурпуровые с 3 темными жилками. Широко распространенный сорняк.

Надпорядок *Aralia*ceae. В эту группу порядков входят довольно различные по внешнему виду растения, но тесно филогенетически между собой связанные. По вопросу происхождения надпорядка существуют различные взгляды. Здесь наблюдается прогрессирующее упрощение цветка, образование нижней завязи, тенденция к 4-членности цветка, образование надпестичного нектарного диска. Наиболее тесно этот надпорядок связан с *Grossulariales* (морфологическое и анатомическое сходство), имея с ним, видимо, общее происхождение.

Порядок аралиецветные — *Araliales*

Включает деревья, кустарники, травы с очередными или редко супротивными цельными или пальчато-либо перисторассечеными листьями с прилистниками или влагалищным основанием. В различных органах растения имеются эфирные масла. Цветки обычно мелкие в конечных или пазушных зонтиках, редко в кистях или колосьях, обычно обоеполые, актиноморфные (иногда краевые цветки в зонтиках зигоморфные), циклические 4—5-членные. Тычинок 4—5, расположены против чашелистиков. Гинецей из 2 плодолистиков. Завязь нижняя. Семена с эндоспермом. Плоды — ягодо- и костянковидные.

Семейство зонтичные — *Apiaceae, Umbelliferae*

Содержит около 300 родов и более 3000 видов, распространенных почти по всему земному шару, но главным образом в северной умеренной зоне и в меньшем количестве — в горах тропиков. Это много- и однолетние травы, иногда полукустар-

ники, редко кустарники. Стебли с полыми междуузлями, высотой часто более 3 м и до 5 см в диаметре. Листья обычно очередные, редко супротивные, сильно расчлененные, нередко с нитевидными долями, но иногда цельные. Черешки с широким влагалищным основанием. Во всех органах эфирные масла. Цветки мелкие, обычно в сложных зонтиках, реже в простых зонтиках или головках, либо одиночные. Если у ос-

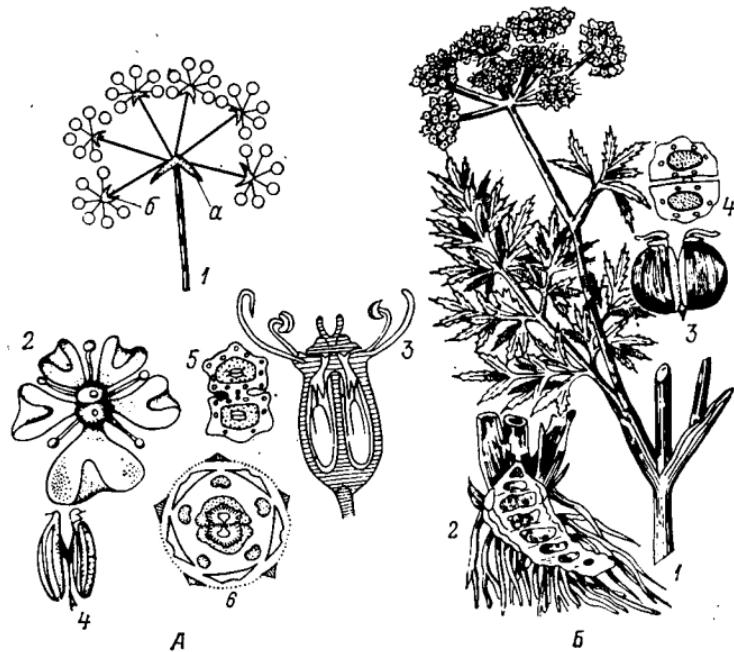


Рис. 56. Зонтичные:

A — соцветие и цветок: 1 — сложный зонтик; а — обертка; б — оберточка; 2 — цветок; 3 — продольный разрез цветка; 4 — плод; 5 — плод в поперечном разрезе; б — диаграмма цветка; *Б* — вех ядовитый: 1 — соцветие; 2 — корневище в продольном разрезе; 3 — плод; 4 — плод в поперечном разрезе

нования сложного зонтика есть верховые листья, то они образуют общую обертку, а у оснований каждого зонтика располагаются «частные» обертки. В большинстве случаев цветки актиноморфные, иногда краевые зигморфные, а срединные актиноморфные (диморфизм). Цветки обычно обоеполые, редко однополые, одно- или двудомные (рис. 56). Околоцветник 5-членный. Зубцы чашечки более или менее редуцированы и часто едва заметны.

Венчик состоит из 5 лепестков, белых или желтых с загнутыми внутрь верхушками. Тычинок 5, чередующихся с лепестками, нити длинные прикреплены к нектарному диску. Гинецей из 2 сильно редуцированных плодолистиков. Завязь нижняя. Плод — двусемянка, реже костянка. Двусемянка, или висло-плодник, при созревании почти всегда распадается на 2 поло-

винки, которые висят на тонкой нити. Семена различной формы и строения. Семейство тесно связано с аралиевыми. Это семейство включает очень много видов, произрастающих в самых разнообразных условиях среды: в воде, по берегам водоемов, на лугах, в лесах, сухих степях. Некоторые из них достигают высоты 3—4 м. Лесными представителями этого семейства являются: сныть, купырь, дудник.

Сныть обыкновенная — *Aegopodium podagraria*. Стеблевые листья с хорошо выраженным влагалищем, дваждытройчатые (верхние тройчатые). Листочки крупные яйцевидные, при основании почти сердцевидные, неравнобокие. Цветки мелкие белые, собраны в сложный зонтик без общих и частных оберточек. Растет на богатых почвах, чаще в широколиственных лесах. Под пологом леса размножается в основном вегетативно — корневищами. Молодые листья употребляются в пищу.

Купырь лесной — *Anthriscus sylvestris*. Стебель бороздчатый, полый или в нижней части и под узлами покрыт обращенными вниз волосками. Листья дважды-, триждыперисторассеченные с узкими дольками. Растет в тех же условиях, что и сныть.

Дудник лесной — *Angelica sylvestris*. Листья плотные темно-зеленые дважды-, триждыперисторассеченные, снизу сизоватые. Доли листа продолговатояйцевидные или ланцетные мелкопильчатые. В разветвлениях черешка имеются маленькие прилистники и фиолетовые «колечки». Растет на почвах с избыточным проточным увлажнением в пойменных лесах, на лугах. К этому семейству относятся такие пищевые растения, как морковь *Daucus carota*, укроп пахучий *Anethum graveolens*, тмин обыкновенный — *Cuminum sativum*. Некоторые зонтичные очень опасные ядовитые растения. Это цикута, или вех ядовитый, и болиголов крапчатый.

Цикута, или вех ядовитый, — *Cicuta virosa*. Крупный многолетник. Растение голое с дважды-, триждыперистораздельными листьями. Доли узколанцетные или линейные, остропильчатые. Влагалища нерасширенные. Имеет толстое мясистое корневище, разделенное перегородками на камеры (хороший признак для распознавания). Корневище сладкое, но очень ядовитое. Растет вех на сырьих местах. По всему СССР встречается по болотам, топким берегам прудов и рек.

Болиголов — *Sophium maculatum*. Крупный двулетник. Стебель бороздчатый, голый, сильно ветвистый, внизу часто с красными пятнами. Нижние листья триждыперисторассеченные с полыми черешками. Все растение издает неприятный мышиный запах. Растение очень ядовитое. Растет по кустарникам и сорным местам.

Над порядок *Lamianae*, *Tubiflorae* считается вершиной энтомофильного направления эволюции двудольных. Для надпорядка характерны 5, 4, редко 2—6-членные цветки, сростнолепестный венчик и ясно выраженная тенденция к срастанию

тычинок с трубкой венчика. Гинеций ценокарпный из 2 плодолистиков. Низшие порядки Lamianae филогенетически связаны с Celastrales и имеют общее с ним происхождение от Grossulariales.

Порядок мареноцветные — *Rubiales*

Деревья, кустарники и травы с супротивными, редко очередными и мутовчатыми цельными без прилистников листьями. Цветки обоеполые, редко одночленные, обычно актиноморфные, большей частью 4—5-членные. Венчик сростнолепестный. Тычинок по числу лепестков, реже меньше. Нектарный диск у основания завязи. Гинеций из 2 плодолистиков. Семена с прямым зародышем и эндоспермом.

Семейство мареновые — *Rubiaceae*

Содержит 450 родов и до 7000 видов, распространенных главным образом в тропических и субтропических странах, хотя многие его представители встречаются в областях с умеренным и даже холодным климатом. Это деревья, кустарники, полукустарники и травы с супротивными или мутовчатыми цельными или редко зубчатыми листьями, иногда с прилистниками. Цветки в соцветиях, редко одиночные. Обычно обоеполые, актиноморфные, редко слабозигоморфные (двугубые), 5—4-членные. Чашечка большей частью слаборазвита, 5—4-лопастная. Венчик сростнолепестный, 5—4-лопастный. Тычинки по числу лопастей венчика, чередуются с ними, прикреплены к трубке или зеву. Гинеций из 2, редко большего числа плодолистиков с тонким столбиком с 2-лопастным или головчатым рыльцем. Завязь нижняя, редко верхняя или полунижняя. Плод — коробочка, ягода или костянка. Семена с прямым зародышем и эндоспермом, реже эндосперм почти отсутствует. К этому семейству относится род ясменник — *Asperula*. Травы с мелкими одиночными цветками или цветки в соцветиях.

Ясменник цепкий — *A. aragine*. Корневищный многолетник с распространенным цепким ветвистым стеблем. Листья продолговато-ланцетные с плоским шероховатым краем, по 8 (9—10) в мутовках, в самой нижней — 6. Цветки мелкие, белые, актиноморфные в метельчатом с растопыренными ветвями соцветии. Плод — двусемянка. Часто встречается в лиственных лесах северных областей.

Подмарениник цепкий — *Galium aparine*. Однолетник с хрупким очень цепким, лежачим неветвящимся стеблем. Листья по 6—9 шт. в мутовке, линейно-ланцетные с крючковатыми шипиками по краю и центральной жилке. Цветки мелкие в пазушных метельчатых соцветиях. Встречается на опушках в лиственных лесах.

Подмарениник мягкий *G. mollugo*. Корневищный многолетник с восходящим или прямостоячим стеблем. Листья разнооб-

разной формы и величины (от линейных до продолговато-обратнояйцевидных) по 6—9 в мутовке. Цветки мелкие, белые, в мутовчатом соцветии. Широко встречается на лесных опушках.

Подмареник трехцветковый — *G. triflorigum*. Корневищный многолетник с шероховатым стеблем и листьями. Листья в мутовках по 6, удлиненно-ovalные, тонкозаостренные, цветки мелкие зеленовато-белые в пазушных соцветиях. Встречается в хвойных лесах. К этому же семейству относятся хинное и кофейное деревья.

Хинное дерево (*Cinchona*) — вечнозеленое дерево с крупными листьями. В диком виде растет в Андах. Многие виды содержат алкалоиды, среди которых есть и хинин. В Юго-Западной Грузии культивируется как однолетнее растение.

Кофе аравийский — *Coffea arabica*. Вечнозеленые растения, в диком виде произрастающие в Эфиопии. Семена содержат алкалоид кофеин, из-за которого возделываются эти растения.

Порядок ворсянкоцветные — *Dipsacales*

Этот порядок тесно связан с порядком Gentianales. Сюда относятся деревья, кустарники или травы. Листья простые, цельные или лопастные без прилистников. Листорасположение супротивное, реже мутовчатое. Цветки обычно обоеполые, актин- или зигоморфные, 4—5-членные, со сростнолепестным венчиком. Тычинки в одинаковом числе с лепестками или их меньше. Гинецей ценокарпный из 5—2 плодолистиков. Завязь нижняя.

Семейство валериановые — *Valerianaceae*

Это семейство тесно связано с семейством жимолостных — Caprifoliaceae. Включает 13 родов и около 420 видов, распространенных в областях с умеренным климатом, главным образом Северного полушария. Это в основном много- и однолетние травы, реже полукустарники и кустарники. Листья цельные или перистые. Листорасположение супротивное. Волоски простые и железистые. Цветки мелкие, обычно собраны в соцветия. Цветки обое- или однополые, актиноморфные либо более или менее асимметричные (зигоморфизм цветка, прогрессируя, переходит в асимметрию). Обычно 5-членные. Чашечка 5-лопастная или зубчатая. Венчик трубчатый и 5-лопастный, часто у основания с мешковидным выростом или длинной трубчатой шпорой. Тычинок 4 или 3—1, прикрепленных к трубке венчика и чередующихся с его лопастями. Гинецей из 3 плодолистиков с одним столбиком с цельным или 2—3-раздельным либо лопастным рыльцем. Завязь нижняя. Плод сухой ореховидный, часто с крыловидной или перистой летучкой (видоизмененная и разросшаяся чашечка). Семя без эндосперма с крупным заро-

дышем. К этому семейству относится валериана лекарственная — *Valeriana officinalis*. Это крупный короткокорневищный многолетник с супротивными непарноперистыми листьями. Мелкие цветки собраны в полузонтик. Венчик асимметричный трубчато-воронковидный, розово-белый. Тычинок 3, пестик 1. Завязь нижняя. Плод — орешек. Из подземной части растения добывают целебное эфирное масло. Растет во влажных затененных местах, ольшаниковых опушках, на лугах с богатыми почвами.

Порядок полемониецветные — Polemoniales

Травы и древесные растения с очередными или редко супротивными листьями без прилистников. Цветки в цимозных соцветиях, актиноморфные, обое- или однополые, 5-членные. Чашелистики свободные либо более или менее сросшиеся. Венчик сростнолепестный. Тычинки в одинаковом числе с лопастями венчика, чередуются с ними и срослись нитями с его трубкой. Гинецей из 2—3 (реже 5 и больше) плодолистиков. Завязь верхняя. Семена с эндоспермом. Порядок близок к мареноцветным.

Семейство выюнковые — Convolvulaceae

Одно из наиболее примитивных семейств порядка. Включает 50 родов и до 1500 видов, распространенных главным образом в тропических и субтропических странах, а также в областях с умеренным климатом Северного и Южного полушарий. Это много- и однолетние травы, редко кустарники или небольшие деревья. Листорасположение очередное. Листья простые цельные, лопастные или перисторассеченные, без прилистников. На них железистые волоски. В листьях и стеблях встречаются секреторные клетки с млечным соком. Цветки часто крупные, одиночные и пазушные или в соцветиях. Обычно обеополые, редко однополые двудомные, актиноморфные, 5- или 4-членные. Чашелистики свободные. Венчик сростнолепестный, слегка 5-лопастный, воронковидный, реже колокольчатый или трубчатый. Тычинок 5, редко 4, прикрепленных к основанию трубы венчика или чередующихся с лепестками. Гинецей обычно из 2, редко из 5—3 плодолистиков. Завязь верхняя. Плод — коробочка, дробный орешек или сочная ягода. Семена с эндоспермом.

Род выюнок — *Convolvulus*. Очень полиморфный род.

Выюнок полевой, или березка, — *C. arvensis*. Многолетнее вьющееся травянистое растение с копьевидными листьями. Венчик белый. Растет повсеместно, кроме северных районов, и является злостным сорняком посевов. Легко размножается корневыми отпрысками.

Батат, или сладкий картофель, *Ipomoea batatas*. Клубнекорневое растение с ползучими в узлах укореняющимися стеблями.

Семейство бурачниковые — *Boraginaceae*

Включает около 100 родов и более 2000 видов. Широко распространено по всему земному шару, но главным образом в северной умеренной зоне, особенно в Средиземноморье, Западной и Средней Азии и Северной Америке по побережью Тихого океана. Это одно- и многолетние травы, кустарники и деревья, редко лианы. Листья цельные, очередные. Листья и стебли покрыты жесткими волосками. Цветки собраны в соцветия завиток, реже одиночные. Цветки обреопольные, актиноморфные или слегка зигоморфные, 5-членные. Чашелистиков 5, свободные или у основания сросшиеся. Венчик 5-лопастный, трубка венчика с более или менее развитыми чешуйками у зева. Тычинок 5, срастаются с трубкой венчика. Гинецей из 2, редко большего числа плодолистиков. Завязь верхняя. Плод — костянка или коробочка. Семена обычно без эндосперма или со скучным эндоспермом. Большинство растений из семейства бурачниковых — хорошие медоносы, среди представителей есть лекарственные, кормовые и ядовитые растения.

Род окопник — *Symphytum*. Много- и однолетние травы, шершавые от жестких волосков. Цветки в завитках без прицветников. Венчик трубчато-колокольчатый с коротким отгибом грязно-пурпуровый, фиолетовый или сначала светло-пурпуровый, а позднее голубой.

Окопник лекарственный *S. officinale*. Многолетник с крылатым стеблем от глубоконизбегающих листьев. Жестковолосистое растение. Верхние листья сидячие, нижние яйцевидные или продолговато-ланцетные черешчатые. Чашечка с заостренными ланцетными долями, венчик грязно-пурпурный или фиолетовый с отогнутыми вниз треугольными зубцами. Растет по влажным местам, в оврагах, около канав, ручьев.

Медуница неясная — *Pulmonaria obscura*. Многолетник, листья на стебле сидячие, ланцетные или яйцевидные шершавые, сверху темно-, снизу серо-зеленые, иногда с белыми пятнами, прикорневые длинночерешковые яйцевидные. Цветки собраны в соцветия завиток сначала темно-розовые, затем синеющие. Растет в покрове широколиственных и смешанных лесов. Цветет ранней весной.

Род незабудка — *Myosotis*. Одно- и многолетние травы влажных тенистых мест. Встречаются по опушкам лесов, на лугах.

Незабудка болотная — *M. palustris*. Корневищный многолетник с прямым или восходящим ветвистым стеблем. Листья продолговато-ланцетные, шероховатые из-за коротких волосков.

Цветки сравнительно крупные. Зубцы чашечки короче ее трубочки, отгиб венчика длиннее, чем трубочка чашечки. Цветки пахучие. Очень распространено растение, встречается во всех областях по сырьим лугам и болотам, берегам рек и прудов.

Порядок норичникоцветные — *Scrophulariales*

Включает главным образом травянистые растения, реже кустарники и деревья. Листорасположение очередное или супротивное. Листья без прилистников. Цветки обоеполые, редко однополые. Цветки 5-членные, иногда актиноморфные, но чаще зигоморфные. Тычинок 4 или 2. Чашелистики и лепестки сросшиеся. Тычинки чередуются с лопастями венчика и срастаются нитями с его трубкой. Гинецей из 2, редко 5 плодолистиков. Завязь верхняя, реже нижняя. Плод — коробочка или ягода. Семена с эндоспермом.

Семейство пасленовые — *Solanaceae*

Одно из самых примитивных семейств этого порядка. Включает 85 родов и около 2300 видов, распространенных в областях с тропическим, субтропическим и умеренным климатом. Это травы, кустарники и небольшие деревья с очередными простыми листьями. Цветки обычно в пазушных цимозных соцветиях или одиночные. Цветки актиноморфные или слегка зигоморфные, обоеполые, 5-членные. Чашечка 5-лопастная или 5-раздельная, редко 4 — 6-лопастная, остается при плодах. Венчик от колосовидного до трубчатого, 5-лопастный. Тычинок обычно 5, редко 4 или 2, остальные превращены в стамиодии. Гинецей из 2 плодолистиков с простым столбиком с 2-лопастным рыльцем. Завязь верхняя. Плод — ягода, коробочка, редко костянка. Семена с мясистым эндоспермом. К этому семейству относятся некоторые овощные и лекарственные растения. Для большинства растений характерно содержание различных алкалоидов.

Род паслен — *Solanum*. К этому роду относятся широко распространенный однолетний сорняк паслен черный — *S. nigrum* с черными ягодами; паслен сладко-горький — *S. dulcamara* — многолетник, стебель лазающий деревянистый, ядовитое растение, плод — красная ягода; картофель — *S. tuberosum*, имеет различные столовые, кормовые и технические сорта, служащие для получения крахмала и спирта.

Томат овощной — *Lycopersicum esculentum*. Ценнейшая однолетняя культура, происходит из Южной Америки.

Род табак — *Nicotiana*. Большинство видов встречается в Америке или Австралии. Одно- и многолетние травы и кустарники с цельными, очередными листьями. Плод — коробочка. Ядовитое растение.

Семейство норичниковые — Scrophulariaceae

Довольно обширное семейство, содержащее 200 родов и около 3000 видов, широко распространенных по всему земному шару, главным образом в областях с умеренным климатом. В основном это травы и полукустарники (сапрофиты, полупаразиты), реже кустарники и деревья. Листорасположение очередное, реже супротивное или мутовчатое. Листья цельные или перисторассеченные. Цветки в соцветиях или одиночные, зигоморфные или почти актиноморфные, обоеполые. Чашечка 4—5-лопастная или раздельная. Венчик часто двугубый 4—5-, редко 6—8-лопастный, черепитчатый. Тычинок обычно 4, иногда 5, 3 или 2. Гинецей из 2 плодолистиков, столбик простой из 2 лопастей. Завязь верхняя, под завязью нектарный диск. Плод — коробочка, редко ягода или костянка. К этому семейству относятся лесные травы (вероника), сорняки (льнянка), паразиты (петров крест) и полупаразиты (марьянник).

Марьянник дубравный, или иван-да-марья, — *Melampyrum nemorosum*. Однолетник, стебель в верхней части опущенный и несет листья, в нижней голый и безлистный. Листья супротивные, продолговато-ланцетные, из пазух которых восходят боковые ветви. Цветки желтые зигоморфные с фиолетовыми прилистниками. Полупаразит, встречается в изреженных лесах. Ядовитое растение.

Марьянник луговой — *M. pratense*. С желто-белыми цветками, прицветники с несколькими шиловидными зубцами. Встречается в лесах, на опушках, прогалинах.

Вероника дубравная *Veronica chamaedrys*. Многолетник, стебель приподнимающийся с 2 продольными, супротивно расположеными рядами мелких волосков. Листья сидячие или на коротких черешках, округло- или продолговато-яйцевидные, надрезанно-городчатые. Цветки мелкие, синие в редких супротивных кистях. Растет в лесах, главным образом дубравах.

Порядок ламиалиецветные — Lamiales

Этот порядок близок к норичникоцветным — *Scrophulariales*, но эволюционно несколько более продвинут. В большинстве случаев это много- или однолетние травы или полукустарники, реже кустарники и деревья. Листорасположение супротивное или мутовчатое, листья большей частью простые без прилистников. Цветки обычно зигоморфные. Чашечка сростнолистная. Венчик сростнолепестный. Тычинок 4 или 2, редко 5 или 1. Гинецей из 2 плодолистиков. Завязь верхняя. Плод — костянковидный или распадающийся на 4 орешка. Семена без эндосперма или со скучным эндоспермом.

Семейство губоцветные — Lamiaceae

Самое большое семейство порядка, включает более 200 родов и около 3500 видов. Широко распространено в различных климатических зонах всех континентов, особенно многочисленно в Средиземноморье. Это кустарники, полукустарники, много- и однолетние травы, редко небольшие деревья. Листорасположение супротивное или мутовчатое, листья простые, реже перистосложные. Молодые стебли 4-гранные. Цветки в соцветиях различного типа, часто в мутовках на узлах побегов зигоморфные, редко почти актиноморфные. Цветки обоеполые, редко полигамные, 5, редко 4-членные. Чашечка 5-лопастная или 5-зубчатая, иногда двугубая. Венчик обычно 5-лопастный, двугубый, черепитчатый. Тычинок 4 (2 из них часто превращены в стаминоидии) или только 2, приросшие к венчику. Имеется нектарный диск. Гинецей из 2 плодолистиков, столбик 2-лопастный. Завязь верхняя с числом гнезд равным числу плодолистиков или вдвое большим. Плод состоит из 4 орешков. Семена без эндосперма или со скучным эндоспермом.

Яснотка крапчатая — *Lamium maculatum*. Многолетник с редко опущенными 4-гранными стеблями. Листья супротивные, верхние и средние яйцевидные со слегка сердцевидным основанием, короткочерешковые, нижние длинночерешковые, мелкие широкояйцевидные или округлые. Край листа городчатый или городчато-пильчатый. Цветки розово-пурпурные, зигоморфные в пазушных мутовках. Растет в лиственных лесах на опушках, по кустарникам, оврагам.

Яснотка белая, или глухая крапива, — *L. album*. Длиннокорневищный многолетник с 4-гранным стеблем и супротивными сердцевидно-ovalьными листьями. Цветки белые в пазушных мутовках. Широко распространен на сорных местах, реже по лесам и кустарникам Нечерноземной зоны.

Яснотка пурпуровая — *L. purpureum*. Однолетник с приятным запахом. Листья сердцевидно-треугольно-яйцевидные косогородчатые по краю, верхние коротко-, нижние длинночерешковые. Цветки розово-пурпурные, венчик в 1,5 раза длиннее чашечки. Сорное растение на полях, огородах, в садах, лесопитомниках.

Чистец лесной — *Stachys sylvatica*. Многолетник шершаво-волосистый, сверху железисто-клейкий с приятным запахом. Нижние листья яйцевидные, остальные продолговато-яйцевидные глубокосердцевидные длинночерешковые, крупногородчатопильчатые по краю. Венчик двугубый темно-пурпуровый, нижняя губа с волнистыми белыми линиями. Встречается во всех областях по лесам и кустарникам.

Зеленчук желтый — *Galeobdolon luteum*. Корневищный многолетник с полегающими и укореняющимися стеблями. Основания цветущих побегов красноватые, густо опущенные. Нижние

листья длинночерешковые, округло-яйцевидные, двоякогородчатые, крупнее верхних, верхние яйцевидные неравногородчатопильчатые с беловатыми пятнами, сидячие или короткочерешковые. Цветки зигоморфные желтые в мутовках. Произрастает главным образом в широколиственных лесах. К этому семейству относятся шалфей — *Salvia*, мята — *Mentha*, пустырник — *Leonurus*.

Пустырник пушистый — *L. villosus* многолетнее корневищное травянистое растение, густоопущенное. Нижние листья пальчато-пятираздельные, остальные трехраздельные или 3-лопастные продолговато-эллиптические или ланцетные с клиновидным основанием. Цветки двугубые, верхняя губа венчика пурпуровая, нижняя посередине желтая с пурпуровыми крапинками. Венчик вдвое превышает размеры чашечки. Встречается во всех областях европейской части СССР по пустырям, сорным местам. К этому семейству относятся многие сорные растения: зябры — *Galeopsis speciosa* венчик желтый с лиловым; пикульник жесткий — *G. tetrahit* — жесткоопущенное растение с колючими зубцами чашечки, венчик пурпуровый.

Над порядок *Asteranae* включает 4 порядка, филогенетически тесно связанных между собой и имеющих общее происхождение.

Порядок колокольчикоцветные — *Campanulales*

Имеет много общего с порядками *Polemoniales* и *Boraginales* (морфология, оболочки микроспор). В большинстве случаев это травянистые растения, реже кустарники или деревья. Листорасположение очередное, реже супротивное. Листья простые, без прилистников. В листьях и стеблях имеются членистые млечники. Цветки в соцветиях, актин- или зигоморфные, обоеполые, большей частью 5-членные. Чашечка сростнолистная, венчик сростнолепестный. Завязь нижняя, редко верхняя или почти верхняя. Плод — коробочка, ягодообразный или семянка. Семена с эндоспермом или без него.

Семейство колокольчиковые — *Campanulaceae*

Включает около 40 родов и 800 видов, распространенных главным образом в областях с умеренным климатом. Это травы, реже мелкие кустарники или небольшие деревья. Листья очередные, реже супротивные или мутовчатые, цельные. Имеются волоски с отложением кремнезема или извести в стеках. В листьях и стебле имеются млечники. Соцветия большей частью с конечным цветком. Цветки актиноморфные, иногда слегка зигоморфные, с двойным околоцветником, обоеполые, 5-членные. Венчик колокольчатый, сростнолепестный. Тычинки по числу лопастей венчика, чередующиеся с ними. Гинецей из

5—2 плодолистиков с простым или лопастным столбиком. Завязь нижняя или полунижняя, либо даже верхняя (у азиатских видов). Плод — коробочка, иногда ягодообразный. Семена с эндоспермом. Эволюция цветка и соцветия в семействе шла в направлении возрастающего приспособления к перекрестному опылению посредством насекомых (образование головчатых соцветий, укрытие нектарного диска основаниями тычиночных нитей). К этому семейству относятся разные виды колокольчиков (*Campanula*).

Колокольчик персиколистный *C. persicifolia*. Многолетник с плотными, часто блестящими тупогородчато-пильчатыми по краю листьями. Верхние стеблевые листья короткие, нижние длинные линейные или линейно-ланцетные, прикорневые — продолговатые. Цветки крупные голубые в редкой кисти. Лесное растение.

Колокольчик крапиволистный — *C. trachelium*. Многолетник с гранистым стеблем. Стебель и листья опушены. Листья почти треугольные с неравнозубчатым краем, верхние сидячие, срединные и нижние на длинных черешках. Цветки синие по 1—2 в пазухах листьев, верхние сближены в короткую кисть. Встречается в широколиственных лесах.

Колокольчик круглолистный — *C. rotundifolia*. Многолетник с прикорневыми мелкими тонкими сердцевидно-почковидными или яйцевидно-округлыми листьями. Верхние листья линейные цельнокрайние. Цветки синие или лазоревые, колокольчатые, поникшие в редкой метелке. Встречается в сосновых лесах.

Колокольчик раскидистый — *C. patula*. Двулетник с угловато-ребристым стеблем. Листья нежные, верхние ланцетные или линейно-ланцетные, нижние продолговато-лопатчатые, суженные в черешок. Цветки фиолетовые, колокольчатые в раскидистой щитковидной метелке (в верхней части цветоножки 2 прицветника). Встречается в ольшаниках, на лугах.

Порядок астроцветные — *Asterales*

Содержит только одно семейство сложноцветных — *Asteraceae, Compositae*. Включает до 1000 родов и более 20 000 видов, широко распространенных по всему земному шару, на всех континентах и во всех климатических зонах. Это много- или однолетние травы, полукустарники, реже кустарники, лианы и небольшие деревья с простыми, слабоветвистыми стеблями. Листорасположение очередное, реже супротивное или мутовчатое. Листья простые цельные или различным образом расчлененные, иногда редуцированы, без прилистников. У некоторых представителей семейства в корнях, стеблях и листьях имеются млечники или смоляные ходы. Цветки мелкие, собраны в соцветия корзинка, окруженные оберткой. У сложноцветных достигла своей крайней формы тенденция к редукции

и видоизменению чашечки, которая превратилась в летучку или хохолок, способствующий распространению плодов. Венчик сростнолепестный 5-лопастный, трубчатый, язычковый, ложноязычковый и двугубый в виде воронки (рис. 57).

Трубчатые цветки обоеполые, правильные с 5 мелкими лопастями сростнолепестного венчика; у ложноязычковых нижняя губа из 3 сросшихся лепестков, заканчивается 3 зубцами и имеет вид более или менее длинного язычка; верхняя губа редуцирована. Цветки только пестичные. Ложноязычковые цветки чаще всего располагаются по краю соцветия, а в центре —

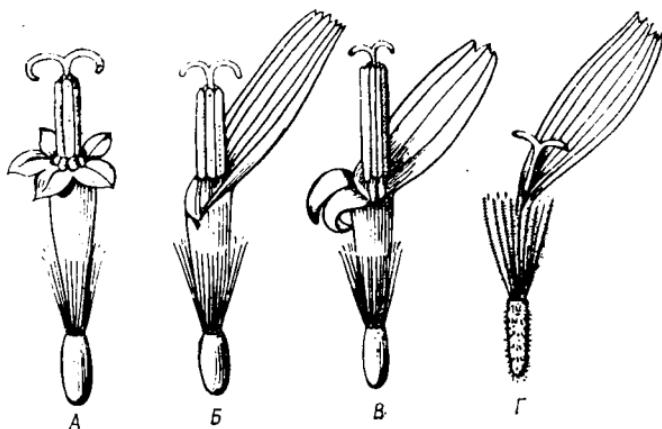


Рис. 57. Цветки сложноцветных:
А — трубчатый; Б — язычковый; В — двугубый; Г — ложноязычковый

трубчатые (ромашка, подсолнечник, девясили); у воронковидных цветков венчик сростнолепестный из 5 зубцов, разных по величине с кажущейся двугубостью. Цветки зигоморфные и бесполые, обычно краевые в соцветиях (василек); язычковые цветки состоят из 5 сросшихся в одной плоскости лепестков, заметных по 5 зубцам. Эти цветки обоеполые и часто полностью образуют соцветие. Тычинок 5, прикрепленных к трубке венчика, нити свободные, пыльники склеены между собой, редко срастаются и нити. Гинецей из 2 плодолистиков, столбик с 2 рыльцами, завязь нижняя. Плод — семянка. Семена без эндосперма. Древесные формы среди сложноцветных, вероятно вторичны.

Золотарник обыкновенный, или золотая розга, — *Solidago virgaurea*. Многолетник с красноватыми основаниями стебля и черешков листьев. Листья овальные и продолговатые, редко пильчатые, нижние и срединные черешковые, — верхние почти сидячие. Корзинки желтые некрупные, собраны в метелку. Лесное растение.

Пижма обыкновенная, или дикая рябина,— *Tanacetum vulgare*. Короткокорневищный многолетник с перисторассечеными листьями с туповатыми продолговато-ланцетными пильчатыми долями, нижние листья с черешком, верхние сидячие. Сильно пахучее растение. Цветки ярко-желтые трубчатые, корзинки собраны в щитковидное соцветие. Ядовитое растение. Встречается в изреженных лесах, на опушках, у дорог.

Кошачья лапка двудомная — *Antennaria dioica*. Стебель беловойлочный при основании с короткими побегами. Прикорневые листья ланцетные, стеблевые линейные, сверху зеленые, снизу беловойлочные. Мелкие корзинки белых или розовых цветков скучены в щитковидную метелку. Растет в основном в сухих лишайниковых борах.

Ястребинка волосистая — *Nieracium pilosella*. Многолетник со стелющимся стеблем. Листья в виде прикорневой розетки, сверху зеленые, снизу седые или беловойлочные, ланцетовидные, цветоносный побег безлистный, заканчивается одной корзинкой, стелющиеся вегетативные побеги несут редкие листья, убывающие по величине к верхушке побега. Цветки желтые. Растение сухих боров, главным образом верещатников.

Ястребинка зонтичная — *H. umbellatum*. Многолетник с густооблиственным стеблем. Листья жесткие ланцетные или линейные цельнокрайние, либо редко зубчатые. Сверху листья темно-зеленые, снизу бледные. Цветки желтые, корзинки в зонтиковидных соцветиях. Обычен по кустарникам, опушкам леса, на паровых полях.

Скерда болотная — *Crepis paludosa*. Многолетние с голым полым внутри стеблем. Стеблевые листья со стреловидным основанием сидячие, ланцетные, у основания острозубчатые, прикорневые листья продолговато-обратнояйцевидные суженные в черешок, выемчато-зубчатые с обращенными назад зубцами. Корзинки довольно мелкие в щитковидной метелке. Листочки обертки с черно-железистыми волосками. Растет по сырьим лесам, кустарникам и оврагам. К этому семейству относится род бодяк — *Cirsium* — многолетники с колючими стеблями, листьями и отчасти обертками корзинок. Листья по краю выемчатые, колючие. Бодяк полевой, или осот розовый, двудомные растения, с лилово-розовыми однополыми корзинками. Сильно распространенное сорное растение. К этому же семейству относятся одуванчик — *Taraxacum*, мать-и-мачеха — *Tussilago farfara*, разные виды ромашек — *Matricaria*, тысячелистник — *Achillea*, полыни — *Artemisia*, васильки — *Centaurea* и многие другие.

§ 28. КЛАСС ОДНОДОЛЬНЫЕ — LILIATAE, MONOCOTYLEDONES

Надпорядок *Lilianae*. Обширная группа, объединяющая ряд крупных порядков и являющаяся важнейшим филогенетическим узлом родословного дерева однодольных. Самой примитивной группой в пределах надпорядка является порядок лилиевидные — *Liliales*.

*Порядок лилиевидные — *Liliales**

К этому порядку относится 20 семейств, которые довольно резко отличаются по строению цветка или по морфологии вегетативных органов, но тесно филогенетически связаны между собой. В пределах порядка прослеживаются переходы от травянистых многолетних растений к вторичнодревовидным формам с нетипичным способом утолщения стебля. Наблюдаются все переходы от крупных цветков до мелких, собранных в соцветия. Цветки обоеполые, реже однополые, в большинстве случаев актиноморфные, реже зигоморфные. Околоцветник свободно- или сростнолистный из 2 кругов. Чашечка часто венчиковидная. Тычинок 6, супротивных частям околоцветника, реже их меньше. Гинецей из 3 плодолистиков, редко 4—5. Завязь верхняя или полунижняя.

*Семейство лилейные — *Liliaceae**

Основное и самое примитивное семейство порядка. Содержит около 170 родов и более 2500 видов, распространенных по всему земному шару. Это многолетние травы с подземными корневищами, клубнелуковицами и луковицами. Стебли олиственные или листья только прикорневые. Листья цельные, узкие. Цветки от крупных до мелких, актиноморфные, реже слегка зигоморфные, обоеполые 3-членные. Околоцветник простой венчико- или чашечковидный, 6-членный. Тычинок 6, реже 3 или 12, нити свободные или приросшие к трубке околоцветника. Гинецей из 3 плодолистиков, редко из 4. Завязь верхняя. Плод — коробочка, редко ягода. Семена с обильным эндоспермом. Среди лилейных имеется огромное разнообразие форм, приспособленных к жизни в самых различных условиях среды.

Ландыш майский — *Convallaria majalis*. Корневищный многолетник с 2 широкоovalьными листьями, охватывающими цветоносный стебель. Околоцветник венчиковидный из белых сросшихся лепестков. Цветки душистые в однобокой кисти. Плод — красная ягода. Растение тенистых, главным образом лиственных лесов. Ядовитое растение.

Род купена *Polygonatum*. Лесные растения. В СССР 17 видов, основная часть их встречается в лесах Кавказа, Сибири и Дальнего Востока.

В средней полосе России растет купена лекарственная, или аптечная,— *P. officinale*. Это корневищный многолетник с ежегодно отмирающей надземной частью. Стебли длинные гранистые, изогнуты коромыслом. Листья очередные сидячие или на коротких черешках. Белые цветки в однобокой кисти по 1—2 в пазухе каждого листа. Плод — черная ягода. В корневище купены содержатся алкалоиды, дубители, крахмал, сахар, смолы. Лесное растение.

Купена многоцветковая *P. multiflorum*. Многолетник с цилиндрическим поникшим стеблем. Листьев 8—20, все обращены в одну сторону. Они продолговатые или ланцетные полу-стеблеобъемлющие, снизу сизо-зеленые, голые. Белые цветки в однобокой кисти по 3—5 в пазухе каждого листа. Плод — черная ягода. Распространена в широколиственных лесах.

Вороний глаз четырехлистный — *Paris quadrifolia*. Длинно-корневищный многолетник с прямым простым стеблем и одной мутовкой из 4 (иногда 5—6) овальных, продолговатых почти сидячих листьев. Цветок одиночный зеленый. Плод — черная ягода. Растет во влажных лесах по всему СССР, кроме Средней Азии. Ядовит.

Майник двулистный — *Majanthemum bifolium*. Многолетник с 2 (редко 1) яйцевидными листьями с глубокосердцевидным основанием на черешках. Наверху стебля кисть мелких белых душистых цветков. Плод — красная ягода. Растение хвойных и смешанных лесов.

Род чемерица — *Veratrum*. Многолетнее корневищное растение с широкоovalьными стеблеобъемлющими листьями. Соцветие — длинная кисть. Околоцветник раздельнолистный зеленоватый, белый или пурпуровый. Плод — коробочка. Ядовитое растение. Встречается в лесах и на горных лугах.

К этому же семейству относятся пролеска сибирская — *Scilla sibirica* — ранневесенний эфемероид широколиственных лесов, гусиный лук — *Gagea*, лилии — *Lilium*, тюльпан — *Tulipa*, лук — *Allium*, чеснок — *Allium Sativum*, агава — *Agave* и многие другие.

Порядок орхидноцветные — *Orchidales*

Филогенетически орхидноцветные связаны с лилиевыми, с которыми их сближает зигоморфизм цветков, редукция и специализация андроцея, многочисленные семязачатки, мелкие семена, усложнение механизма опыления. Этот порядок является вершиной энтомофильной ветви эволюции однодольных.

Семейство орхидные — *Orchidaceae*

Включает около 800 родов и до 30 000 видов, распространенных по всей земле (за исключением полярных областей и пустынь). Наиболее обильно представлены орхидные во влаж-

ных тропических лесах Южной и Юго-Восточной Азии и Америки. Это преимущество многолетние травы, автотрофные, иногда сапрофитные, часто эпифитные (тропические), иногда лианы. Это микоризные корневищные растения или с более или менее клубневидно утолщенными корнями. Эпифитные виды с сильно развитыми висячими воздушными корнями, окружеными толстым слоем мертвой губчатой ткани, поглощающей воздушную влагу и дождевую воду. У некоторых орхидей воздушные корни способны к фотосинтезу. У эпифитных орхидных 1 или 2 междуузлия стебля утолщаются и превращаются во вздутое клубневидные органы, служащие для запасов воды и питательных веществ. Листорасположение очередное, реже супротивное или мутовчатое. Листья простые, цельные, двурядные или черепитчатые, у эпифитов — редуцированные до небольших бесцветных чешуй. Цветки в соцветиях (колос, кисть, метелка) или одиночные, обеополые, редко однополые (одно- и двудомные), часто скрученные, в результате чего морфологически задние части оказываются передними. Цветки зигоморфные, редко актиноморфные (или почти актиноморфные). Чашелистиков 3, зеленые или часто окрашенные. Лепестков 3, из них 2 боковых мелкие, одинаковой формы с чашелистиками, средний же — губа (*labellum*) значительно крупнее и очень сильно видоизменен по строению, размерам и окраске. Иногда он лопастный, вытянут в шпору или мешочек.

У орхидных выражена редукция числа тычинок — иногда их 2, редко 3, но чаще 1. Тычинки прирастают к столбику и рыльцу, образуя колонку (гиностемий). Пыльца слипается в один комочек — поллиний, который целиком переносится насекомыми при опылении на рыльце пестика. Гинецей из 3 плодолистиков с 3-лопастным рыльцем, чаще развиты 2 боковые лопасти, а 3-я отсутствует или превращена в так называемый клювик (*rostellum*), помещающийся под пыльником. Клювик — приспособление, предотвращающее самоопыление, играет роль прилипальца для поллиниев. Завязь нижняя. Плод — коробочка, редко ягодообразный. Семена очень мелкие и многочисленные (в 1 коробочке до 3—4 млн.).

Зародыш слабо развит, не дифференцирован на органы и не бывает окружен эндоспермом. Для прорастания семени и развития проростка необходимо наличие грибов, нити которых должны проникнуть в зародыш. В результате деятельности этих грибов трудно усвояемые зародышем питательные вещества (крахмал) превращаются в легкоусвояемые (сахар). У взрослых же растений нити гриба находятся в корнях, образуя микоризу. Проростки орхидных растут очень медленно, и цветение наступает через несколько лет после прорастания.

Наиболее распространен род ятрышник — *Orchis*, *Dactylorhiza*.

Ятрышник пятнистый — *O. maculata*, *Dactylorhiza maculata*. Многолетник со сплюснутыми клубнями пальчатой формы. Стебель плотный, в верхней части мелкобороздчатый. Листьев 3—10, нижние овальные или широколанцетные, тупые, часто с темными пятнами, средние ланцетные, острые, верхние в виде прицветников, мелкие. Цветки светло-пурпуровые, неправильные, собраны в колос. Плод — коробочка. Растет в лесах, болотах, иногда на лугах.

Гудайера ползучая — *Goodyera repens*. Многолетник с ползучим ветвистым корневищем. Стебель в верхней части короткожелезистоопущенный, в нижней части стебля 5 или более сближенных овальных или яйцевидных суженных в черешок листьев. Цветки белые, неправильные в однобоком колосовидном соцветии. Плод — коробочка. Встречается в мшистых ельниках. К этому семейству относится тропическая лиана ваниль — *Vanilla fragrans* — пряное растение. Орхидные широко разводятся как оранжерейные культуры.

Над порядок — Juncanae. Представители этого надпорядка почти исключительно анемофильные растения с более или менее редуцированным околоцветником и соцветиями, приспособленными к опылению ветром. Включает 2 порядка: ситникоцветные и осокоцветные.

Порядок ситникоцветные — Juncales

Тесно связан с лилиевыми. Включает многолетние или реже однолетние травы или вторичнокустарниковые растения. Цветки обоеполые, актиноморфные. Околоцветник малозаметный, пленчатый, в двух 3-членных кругах. Тычинок 6, реже 3. Гинецей из 3 плодолистиков. Завязь верхняя. Плод — коробочка. Семена мелкие с обильным крахмалистым эндоспермом.

Семейство ситниковые — Juncaceae

Включает 8 родов и около 350 видов, широко распространенных в областях с умеренным и холодным климатом всего земного шара, а также в горах тропиков. Это многолетние травы с ползучим корневищем и прямостоячими неветвистыми стеблями, реже однолетние травы или кустарники. Листья тонкие, плоские или цилиндрические, иногда редуцированные до пленчатых влагалищ. Цветки обычно в соцветиях (метелка, щиток, колос, головка), редко одиночные. Цветки обоеполые, редко однополые и двудомные, обычно анемофильные, редко вторичноэнтомофильные (некоторые виды ожик, ситников). Околоцветник невзрачный в двух 3-членных кругах, обычно зеленоватый, редко окрашенный и венчиковидный. Тычинок 6, реже 3. Гинецей из 3 плодолистиков с 3 длинными рыльцами. Завязь верхняя. Плод — почти всегда коробочка. В Северном

полушарии широко распространены 2 больших рода — ситник и ожика.

Род ситник — *Juncus*. Одно- и многолетние травы с цилиндрическими, щетинисто-линейными голыми листьями или без листьев. Листочки околоцветника спаяны при основании.

Ситник нитевидный — *J. filiformis*. Многолетник с ползучим корневищем, стебель зеленый, полосатый, тонкий. Верхний из прикорневых листьев иногда с короткой желобковатой пластинкой. Соцветие содержит не более 7 цветков. Растет по сырым лугам и болотистым местам. Широко распространен также ситник сплюснутый — *J. compressum*. Это многолетник со сплюснутым стеблем с прямостоячими прикорневыми листьями. Соцветие редкое. Обычен по сырым лугам, болотам, берегам рек и прудов.

Род ожика — *Luzula*. Многолетние травы.

Ожика волосистая — *L. pilosa*. Рыхлодернистый многолетник. Прикорневые листья широколинейные, часто равные по длине стеблю, а стеблевые — короче. Листья с длинными мягкими волосками. Цветки в щитковидной или овальной метелке. Встречается по лесам, главным образом в Нечерноземной зоне.

Порядок осокоцветные — *Cyperales*

Семейство осоковые — *Cyperaceae*

Обширное семейство, включающее 95 родов и до 3800 видов, широко распространенных по всему земному шару, особенно в областях с холодным и умеренным климатом. Это многолетние, реже однолетние травы, произрастающие большей частью во влажных местообитаниях. Стебли обычно сплошные, 3-гранные, часто безлистные. Нет утолщений на узлах. Листья трехрядные, похожие на листья злаков, но большей частью с замкнутым влагалищем и без язычка. На ощупь жесткие, зачастую режущие. Цветки очень мелкие, невзрачные, анемофильные, очень редко энтомофильные. Собраны в мелкие колоски, которые в свою очередь образуют сложные соцветия, редко одиночные, расположенные в пазухах тесно черепитчато налегающих друг на друга чешуй (рис. 58). Растения обое- или однополые (одно- и очень редко двудомные). Околоцветник обычно сильно редуцирован до чешуек. щетинок, или волосков, или его нет совсем, редко околоцветник почти венчиковидный. Тычинок обычно 3, реже меньше или больше (6). Гинецей из 3 плодолистиков со столбиком, заканчивающимся 2—3 рыльцами. Завязь верхняя. Плод орехообразный, нераскрывающийся. Семена с маленьким зародышем и обильным муничистым или мясистым эндоспермом. Осоковые происходят от наиболее примитивных ситниковых, но сами представляют собой слепую ветвь эволюции.

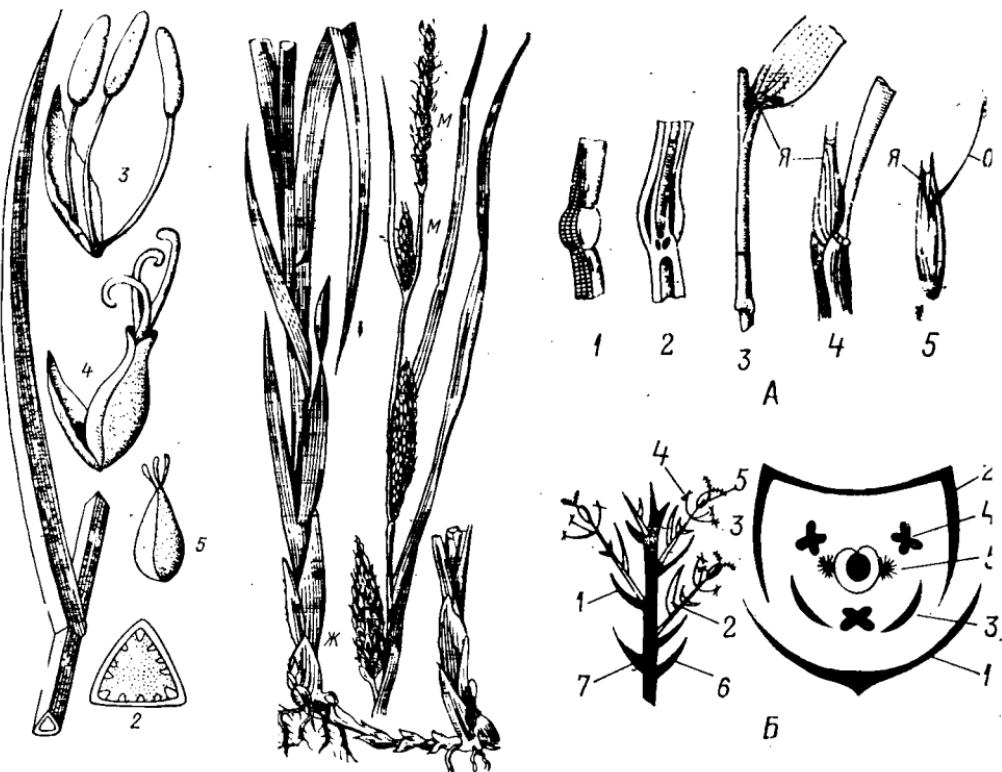


Рис. 58. Осока:

1 — отрезок стебля с листом; 2 — поперечный разрез стебля; 3 — тычиночный цветок; 4 — пестичный цветок (завязь в прицветной чешуи); 5 — плод; М — мужские колоски; Ж — женские колоски

Рис. 59. Злаки:

А — стебли и листья злаков: 1 — узел стебля снаружи; 2 — узел в разрезе; 3 — лист с влагалищем, пластинкой и язычком; 4 — язычок и начало пластинки; 5 — нижняя цветочная чешуя и ость (o); Б — схема строения колоска и диаграмма цветка злаков: 1 — нижняя цветочная чешуя; 2 — верхняя цветочная чешуя; 3 — пленочка; 4 — тычинки; 5 — пестик с двумя рыльцами; 6, 7 — две колосковые чешуи

Род осока — Carex. Осок много — только в нашей стране 533 вида. Встречаются они во всех природно-климатических зонах от тундры до пустынь. В лесной зоне изобилие осок в травостое переувлажненных лугов. Болотные осоки участвуют в образовании залежей торфа. Они бедны солями, белками, сахаром и прямыми веществами, но богаты кремнеземом, много в них эфирных масел с неприятным запахом. Этим определяется низкое качество осокового сена.

Осока стройная — *C. acuta*. Ярко-зеленое растение с длинным ползучим корневищем. Стебель острогранный шероховатый. Листья довольно широкие, шероховатые, влагалища цельные, нижние светло-бурые. Цветки собраны в колоски. Пестичные колоски длинноцилиндрические в числе 3—5. Цветоч-

ные чешуи овально-ланцетные, черноватые, с зеленою полосой, длиннее мешочеков или равны им. Мешочки яйцевидные или округлые с обеих сторон выпуклые, зеленые или буроватые. Верхние колоски тычиночные (2—3), цветочные чешуи их буроватые или коричневые. Всюду встречается по топким местам вдоль берегов рек и по болотам.

Осока лесная — *C. sylvatica*. Многолетник, образующий рыхлые дерновинки. Листья гладкие, блестящие, чешуи при основании побегов светлые. Прицветный лист под нижним колоском длиннее своего колоска или равен ему. Встречается в тенистых лесах.

Осока бледноватая — *C. pallens*. Многолетник, образует рыхлые дерновинки с тонким горизонтальным корневищем. Листья узкие бледно-зеленые, по краям и сверху короткоопущенные, короче цветоносного стебля. Чешуи при основании побегов опущенные, красные с зелеными жилками. Нижний прицветный лист при основании волнистый и в большинстве случаев превышает по длине соцветие или равен ему. Растет в светлых лиственных и смешанных лесах, а также по кустарникам, лугам и полянам.

В лесах разных типов встречаются осоки волосистая — *C. pilosa*, горная — *C. montana*, колхидская *C. colchica*, ранняя — *C. rhaesox*, приземистая — *C. supina*, корневищная — *C. rhizina*, пальчатая — *C. digitata* и многие другие. Некоторые виды осок, скошенные до цветения, имеют кормовое значение, особенно в силосованном виде.

В тундре олени едят осоки круглый год; велико кормовое значение осок в уссурийской тайге, где в местных лесах они зачастую преобладают над другими травами и в молодом состоянии представляют пастищный корм.

Пустынные осоки закрепляют пески и поедаются овцами, козами, лошадьми весной и летом. В средней полосе осоки выполняют почвозащитную роль. Некоторые виды осок идут на получение бумаги.

Род камыш — *Scirpus*. Много- и однолетники с плоскими листьями и ветвистыми соцветиями. Растут в сырых лесах, на влажных лугах, болотах, у берегов водоемов.

Камыш лесной — *S. sylvaticus*. Многолетник с толстым голым округло-трехгранным стеблем и широколинейными по краю шероховатыми листьями.

Пушица влагалищная — *Eriophorum vaginatum*. Серо-зеленый многолетник, образует кочки на сфагновых торфяниках. Стебель тонкий. Стеблевые листья со вздутым, часто розоватым влагалищем, прикорневые листья нитевидные, длинные. На стебле один верхушечный колосок.

Надпорядок *Commelinanae* произошел от порядка лилиевоцветные. В надпорядке *Commelinanae* прослеживаются постепенные переходы от энтомофилии к анемофилии, с чем связаны изменения в морфологии цветка и соцветия — отмечается тенденция к упрощению околосцветника и редукции андроцея. Завязь верхняя, что вообще характерно для анемофильной

линии эволюции. Наиболее важная особенность надпорядка — наличие обильного мучнистого эндосперма и расположение зародыша сбоку от эндосперма.

Порядок злакоцветные — Poales

Представители этого порядка резко отличаются от осокоцветных наличием стеблевых узлов, вставочным (интеркалярным) ростом, листорасположением, наличием язычка. Плод — зерновка, зародыш прымывает к эндосперму. Порядок содержит одно семейство — злаковые.

Семейство злаковые — Poaceae

Включает до 700 родов и до 10 000 видов, распространенных повсеместно. Это многолетние, реже однолетние травы, либо вторичнодревовидные растения. Стебли с узлами, полые в междуузлиях — соломина, реже сплошные (рис. 59). Листья очередные и двурядные с параллельным жилкованием и разделенные на длинное и открытое влагалище, а также на длинную и узкую пластинку (у бамбуков имеется черешок); вдоль границы пластинки и влагалища расположен язычок (*ligula*) — пленчатый, прозрачный или в виде волосков, редко он отсутствует. Цветки сильно редуцированные, обоеполые или редко однополые, анемофильные в сложных соцветиях (колоцветидные и метельчатые), состоящие в свою очередь из маленьких колосков. Каждый колосок представляет собой укороченное соцветие, состоящее из кроющих или колосковых чешуй и нескольких (или 1—2) цветков. Каждый цветок защищен двумя цветочными чешуями: более крупная, нижняя, часто снабженная короткой или длинной остью, и верхняя цветочная чешуя.

Над верхней цветочной чешуей расположены 2 или 3 пленочки лодикулы (*lodiculae*) — маленькие бесцветные образования, которые во время цветения набухают и вызывают раскрытие цветка. Тычинок 3, реже 2—1 или от 6 до 120. Гинецей из 3 плодолистиков, рыльца 2, реже 3, они сосочковые, перистые или голые. Плод — зерновка, костянка или ягода, редко орехообразный. Семена с обильным мучнистым эндоспермом. Зародыш сбоку прилегает к эндосперму.

Многолетние злаки имеют три типа развития побегов:

1) корневищные злаки характеризуются тем, что побеги из узла кущения отходят под поверхностью почвы перпендикулярно главному надземному побегу (кострец безостый, тростник, пырей ползучий);

2) рыхлокустовые злаки имеют узлы кущения под поверхностью почвы, но побег из узла кущения отходит под острым углом к надземному побегу (тимофеевка, овсяница луговая);

3) плотнокустовые злаки развиваются узлы кущения не в почве, а над поверхностью почвы (белоус, луговик дернистый, ковыль).

Злаки — растения открытых мест, играют существенную роль в образовании растительного покрова. Они сплошь покрывают огромные территории суши — степь, пойменные, суходольные, субальпийские луга, саванны, прерии и т. д. Даже в травяном покрове некоторых лесов злаки составляют 50%. Хлебные и кормовые злаки — основа питания человека и животных. Злаки используют при производстве бумаги, щеток, в строительном деле, текстильной, химической, эфиромасличной промышленности и др. Их высевают как газонные травы, они служат для закрепления песков, оврагов, осипей, покрытия аэродромов и стадионов. Многие злаки — злаки сорняки (пырей, овсянка).

В семействе выделяют 3 подсемейства: бамбукоидные, мятыковидные и просовидные.

Подсемейство бамбукоидные — *Bambusoideae*. Представители его встречаются главным образом в тропических и субтропических странах. Это корневищные одревесневающие растения. Сюда относятся бамбуки. Это монокарпические растения, т. е. они цветут 1 раз в жизни, после чего надземные побеги отмирают. Размножаются в основном вегетативно, корневищами. Характеризуются исключительно быстрым ростом (иногда суточной прирост составляет 1 м) и в благоприятных условиях за 4—6 недель достигают высоты 15—20 м. Бамбуки находят широкое применение (водопроводные трубы, мости, мебель, шторы, шляпы, различные бытовые изделия), молодые побеги используют в пищу.

Подсемейство мятыковидные — *Poaeoideae*. К этому подсемейству относятся важнейшие хлебные, крупяные и кормовые злаки: роды пшеница *Triticum*, рожь — *Secale*, ячмень — *Hordeum*, овес — *Avena*.

Луговик дернистый, или щучка — *Deschampsia caespitosa*. Многолетник, образует плотные дернины (кочки). Листья вегетативных побегов жесткие, длинные, сверху продольно-бороздчатые благодаря выступающим параллельным жилкам. Цветоносные стебли высокие, прямые, метелки крупные из блестящих колосков. Широко распространен в лесу, на опушках, лугах.

Вейник лесной, или тростниковый, — *Calamagrostis arundinacea*. Дерновинный злак. Стебли гладкие, под метелкой шероховатые. Листья линейные, снизу ярко-зеленые блестящие, сверху серо-зеленые тусклые. Язычок короткий притупленный. В лесах и кустарниках широко распространен вейник наземный — *C. epigeios*. Корневищный многолетник с широколинейными серо-зелеными матовыми листьями. Язычок длинный. Стебель и влагалища шероховатые. Обычен на сухих бедных,

чаще песчаных почвах в лесах, кустарниках, по склонам, рвам, канавам.

Бор развесистый — *Milium effusum*. Многолетний злак с ползучим корневищем с крепким прямым и гладким стеблем. Листья широкие, плоские темно-зеленые, на нижней стороне с выдающейся средней жилкой (киль), язычок длинный в верхней части разорван. Метелка рыхлая с длинными ветками и мелкими светло-зелеными колосками. Встречается в широколиственных лесах.

Перловник поникший — *Melica nutans*. Невысокий многолетний рыхлокустовой злак. Стебли в нижней части 4-гранные с фиолетовым оттенком. Листья тонкие, язычок короткий. Колоски розоватые, собраны в однобокую кисть. Лесной злак.

Род мятылик — *Poa*. Важнейшими видами этого рода являются: мятылик луговой — *P. pratensis*. Это многолетник, хорошая кормовая трава; мятылик луковичный — *P. bulbosa* ценное пастбищное растение в степях, пустынях и на песках; мятылик однолетний — *P. annua* — космополит, сорное растение.

К этому семейству также относятся: кострец безостый — *Bromopsis inermis*, костер кровельный — *Bromus tectorum* — однолетнее растение засушливых местообитаний; костер ржаной — *B. secalinus* — сорняк полей.

Род ковыль — *Stipa*. Это многолетние плотнокустовые злаки, преобладающие в травяном покрове в степях, иногда в полупустынях, где до выколашивания их используют как пастбищные травы. Важнейшие виды ковылей: волосистый — *S. capillata*, иоанна — *S. joannis*, Лессинга — *S. lessingiana*.

Из других злаков широко распространены тимофеевка луговая — *Phleum pratense*, лисохвост луговой — *Alopecurus pratensis*, это хорошие кормовые злаки; белоус торчащий — *Nardus stricta* — дерновинный многолетник, показатель бедных почв.

Подсемейство просовидные *Panicoideae*. К нему относятся многие пищевые и технические злаки, такие, как кукуруза (маис) *Zea*, рис — *Oryza*, сорго — *Sorghum*, просо — *Panicum* и сахарный тростник — *Saccharum*, который дает 60% мировой продукции сахара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александров В. Г. Анатомия растений. М., Высшая школа, 1966.
- Богданов П. Л. Ботаника. М — Л., Гослесбумиздат, 1961.
- Ботанический атлас. М — Л., Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963.
- Булыгин Н. Е. Периоды заложения соцветий и цветков у деревьев и кустарников в Ленинграде. Географический сборник. М — Л., изд-во АН СССР, 1963.
- Вавилов Н. И. Линнеевский вид как система. Л., 1931.
- Вилли К., Детье В. Биология, М., Мир, 1975.
- Воронцов А. И., Харитонова Н. З. Охрана природы. М., Высшая школа, 1977.
- Вульф Е. В., Малеева О. Ф. Мировые ресурсы полезных растений. Л., Наука, 1969.
- Даддингтон К. Эволюционная ботаника. М., Мир, 1972.
- Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. М — Л., Сельхозгиз, 1937.
- Дарвин Ч. Различные приспособления, при помощи которых орхидеи опыляются насекомыми. Соч., т. I. М — Л., Изд-во АН СССР, 1950.
- Дювиньо П., Танг М. Биосфера и место в ней человека. М., Прогресс, 1968.
- Евдокимов А. М. Биологические основы семенной продуктивности древесных пород. Л., изд. ЛТА, 1977.
- Жизнь растений, Т. I—IV, М.. Просвещение, 1974—1978.
- Жуковский П. М. Ботаника. М., Высшая школа, 1964.
- История биологии (с древнейших времен до начала XX в.), М., Наука, 1972.
- История биологии (с начала XX в. до наших дней). М., Наука, 1975.
- Комарницкий Н. А., Кудряшов А. В., Уранов А. А. Систематика растений. М., Учпедгиз, 1975.
- Комаров В. Л. Избранные сочинения. т. I. Л — М., Изд-во АН СССР, 1945.
- Красная книга. Дикорастущие виды. Флора СССР, нуждающаяся в охране/Под ред. А. Л. Тахтаджяна. Л., Наука, 1975.
- Лобанов Н. В. Микотрофность древесных растений. М., Лесная промышленность, 1971.
- Ляшенко Н. И. Биология спящих почек. М., Наука, 1964.
- Морозов, Г. Ф. Учение о лесе.— Избранные труды, т. I. М., 1970.
- Навашин С. Г. Избранные труды. т. I. М — Л., Изд-во АН СССР, 1951.
- Развитие естествознания в России (XVIII — нач. XX в.). М., Наука, 1977.
- Рахтеенко И. Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений. Минск, Изд-во АН БССР, 1963.
- Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зеленых элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М — Л., Наука, 1965.

- Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений.**
М., Госиздат, 1952.
- Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные**
формы покрытосемянных и хвойных. М., Высшая школа, 1962.
- Сладков А. Н. Половой процесс и жизненные циклы у растений. Еиоло-**
гические науки.— Научные доклады высшей школы, 4. М. 1969.
- Суворов В. В. Ботаника с основами геоботаники.** М., Колос, 1971.
- Тахтаджян А. Л. Высшие растения. т. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956.**
- Тахтаджян А. Л. Происхождение покрытосемянных растений.** М., Выс-
шая школа, 1961.
- Тахтаджян А. Л. Основы эволюционной морфологии покрытосемянных.**
М—Л., Наука, 1964.
- Тахтаджян А. Л. Систематика и филогения цветковых растений.** Л.,
Наука, 1966.
- Тахтаджян А. Л. Происхождение и расселение цветковых растений.** Л.,
Наука, 1970.
- Тимирязев К. А. Жизнь растений.** Избр. соч., т. III. М., Сельхозгиз, 1949.
- Тихомиров Ф. К. Ботаника.** М., Высшая школа, 1978.
- Федоров А. А., Кирпичников М. Э., Артюшенко З. Т. Атлас по описа-
тельной морфологии высших растений.** Лист. М.—Л., Наука, 1956.
- Федоров А. А., Кирпичников М. Э., Артюшенко З. Т. Атлас по описа-
тельной морфологии высших растений.** Стебель и корень. М.—Л., Наука,
1962.
- Федоров А. А., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии**
высших растений. Цветок. Л., Наука, 1975.
- Хржановский В. Г. Курс общей ботаники. Цитология, гистология, органо-**
графия, размножение. М., Высшая школа, 1976.
- Хржановский В. Г. Курс общей ботаники. Систематика, элементы эколо-**
гии и географии растений. М., Высшая школа, 1976.
- Эсаяу К. Анатомия растений.** М., Мир. 1969.
- Яценко-Хмелевский А. А. Краткий курс анатомии растений,** М., Высшая
школа, 1961.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Автогамия 74
Авостерильность 73
Автотрофные растения 5
Автохорные растения 93
Агар-агар 109
Азотусвояющие бактерии 27
Аистник цикутный 207
Аконит высокий 181
Актиноморфный цветок 64
Аналогичные органы 19
Анаэробы 7
Андроцей 65
Анемофильные растения 79
Анемохория 91
Антеридий 138
Антибиотики 127
Антитоды (клетки) 81, 168
Апогамия 85
Апокарпный гинецей 65
Апомиксис 85
Апотеций 127
Архегоний 137
Архикарп 126
Аска 125
Аскогенные гифы 126
Аскогон 126
Аскомицеты 125
Аспергилл 127
Аэробы 7

Б

Багульник болотный 191
Базидия 128
Базидиомицеты 128
Бактерии 103
Белоус торчащий 230
Бесполое размножение 56
Биосфера 5
Боб 88
Болиголов 209
Болотный мирт 191
Бор развесистый 230

Борец высокий 181
Брожение 105
Брусника обыкновенная 192

В

Валериана лекарственная 212
Вегетативная клетка 80, 81
Вегетативное размножение 57
Вегетативные органы 19
Вейник лесной тростниковидный 229
Вейник наземный 229
Вельвичия банезия 229
Венчик 64
Вербник обыкновенный 194
Вереск обыкновенный 191
Вероника дубравная 215
Ветвление стебля 36
— дихотомическое 37
— ложнодихотомическое 38
— моноподиальное 37
— симподиальное 37
Ветреница дубравная 181
— лютиковая 181
Ветроопыляемые растения 79
Вид 97
Влагалище листа 45
Водоросли 107
Возобновление 59
Вольвокс 114
Воронец колосистый 181
Вороний глаз четырехлистный 221
Вторичное ядро 82
Вьюнок полевой 212
Высшие растения 100, 134

Г

Гаметангии 62
Гаметы 62
Гаплоидный набор 135
Гвоздика травяника 185
Гейтеногамия 74
Гемикриптотифты 41
Генеративная клетка 81

Генеративные органы 19

Геотропизм 20

Герань болотная 207

— лесная 207

— луговая 207

Гетороауксия 60

Гетерогамия 108

Гетеростилия 74

Гетеротрофы 5

Гетерофilia 53

Гиалиновые клетки 141

Гибридизация 74

Гидрохория 93

Гимениальный слой 126

Гимений 126

Гименомицеты 128

Гименофор 128

Гинецей 65

— апокарпный 65

— ценокарпный 65

Гинкго двулопастный 154

Гипокотиль 84

Гифа 122

Голубика 192

Гомеомерное слоевище 133

Гомологичные органы 19

Гонидий 133

Горец птичий, спорыш 187

— перечный 187

— змеиный 187

Горошек заборный 203

— мышиный 203

Гравилат городской 198

— речной 198

Гречиха посевная 183

Грушанка круглолистная 193

— средняя 193

Д

Двойное оплодотворение 169

Двулетние травянистые растения 44

Дезоксирибонуклеиновая кислота 12

Дерево 43

Диаграмма цветка 67

Дикарион 126

Дикая рябинка, пижма 219

Дикранум волнистый 139

— метловидный 139

Диплоидный набор 135

Дихазий 70

Дихогамия 73

Дихотомическое ветвление 37

Дорзовентральное строение 31

Дрема лесная 185

Джузгун 188

Дудник лесной 209

Е

Ель 158

Ж

Жгучие волоски 53

Железистые волоски 53

Желудь 88

Жизненные формы 40

Жилкование 51

З

Завиток 70

Завязь 65

Зародыш 82, 83

Зародышевый мешок 81

Звездчатка дубравная 184

— ланцетовидная 185

— средняя, мокрица 185

Зеленчук желтый 216

Земляника лесная 198

Зерновка 88

Зигогамия 125

Зигомицеты 124

Зигоморфный цветок 63

Зигоспора 125

Зигота 62, 82

Золотарник обыкновенный 219

Золотая роза 219

Зонтик 70

Зооспорангий 56

Зооспоры 56

Зоохорные растения 92

Зябра 216

И

Иван-да-Марья 215

Иван-чай узколистный 204

Извилина 70

Изидия 134

Изогамия 108

Икотник серо-зеленый 190

Индузий 149

Интегументы 66

Интеркалярный рост 31

Интина 65

Интродукция 17

К

Калган, лапчатка, узик 198

Камыш лесной 227

Каротин 119

Каротиноиды 110

Каулерпа 117

Кислица обыкновенная 206

Кисть 68

Кипрей болотный 204

— горный 204

Кладония альпийская 134

— лесная 134

— рангиферина 134

Классификация плодов 87
Клевер гибридный 203
— луговой 203
— средний 203
Клейстогамные цветки 75
Клейстотеций 126
Клетка 11
Клетки-спутницы 81
Климатиум древовидный 139
Клубеньки 27
Клубни 28, 38
Клон 57
Ковыль волосистый 130
— Иоанна 130
— Лессинга 130
Кокки 103
Колокольчик крапиволистный 218
— круглолистный 218
— персиколистный 218
— раскидистый 218
Колос 68
Конидии 122
Конус нарастания 31
Корень 20
Корзинка 70
Корневая система стержневая 22
— — мочковатая 22
— — поверхностная 22
— — якорная 23
Корневая шейка 20
Корневище 40
Корневой волосок 21
— клубень 28
— чехлик 21
Корнеотпрысковые растения 28
Корнеплоды 28
Корни боковые 20
— воздушные 28
— главные 20
— дыхательные 29
Корни придаточные 21
— ходульные 29
Коробочка 88
Кострец безостый 230
Костянка 198
Кочедыжник женский 149
Кошачья лапка двудомная 220
Крапива двудомная 184
— жгучая 184
Криптомерия японская 157
Криптофиты 42
Ксантория 134
Ксантофилл 119
Ксеноагамия 73
Кукушкин лен 139
Купсна лекарственная 221
— многоцветковая 221
Купырь лесной 209
Кустарник 43
Кустарничек 43

Кущение злаков 228
Л
Ламинария 120
Ландыш майский 221
Лапчатка, калаган, узик 198
Лебеда раскидистая 185
Лен культурный 205
Лепестки 64
Лианы 45
Лист 45
Лист простой 48
Лисохвост луговой 230
Лиственница 160
Листовая мозаика 54
— пазуха 30
— пластинка 47
Листовка 88
Листовой рубец 30
Листовой цикл 54
Листовое влагалище 47
Листорасположение 54
— мутовчатое 54
— очередное 54
— супротивное 54
Листостебельные мхи 139
Лишайники 132
Ложнодихотомическое ветвление 38
Луговик дернистый 229
Луковица 40
Лунник многолетний 189
Лютик едкий 180
— кашубский 180
— ползучий 180
М
Магнолия крупноцветковая 178
Майник двулистный 222
Мак сноторный 182
Манжетка 198
Маршанция 137
Мегаспорангии 145
Марь белая 186
— красная 186
Марьинник дубравный 215
Мегаспора 145
Мегаспорофилл 145
Медуница неясная 213
Междоузлия 30
Мезокарп 88
Метаморфоз 18, 27, 38
— корня 27
— листа 55
— стебля 38
Метелка 68
Методы систематики растений 96
Можжевельник обыкновенный 162
Микропиле 66

Микориза 26
— эктотрофная 26
— экто-эндотрофная 26
Микориза эндотрофная 26
Микоторфный тип питания 27
Микроспора 145
Микроспорангий 145
Микроспорофилл 145
Мицелий 122
Многолетнее травянистое растение 44
Мозаика листовая 54
Монокарпические растения 94
Монофилетическое происхождение 173
Морошка 198
Морфология растений 18
Мочковатая корневая система 22
Моховообразные 137
Мятлик луговой 230
— однолетний 230

Н

Насекомоопыляемые растения 75
Насекомоядные растения 56
Незабудка болотная 213
Нектар 76
Нектарник 76
Несовершенные грибы 131
Низшие растения 99
Носток 110
Нуцеллус 66

О

Оболочкосямянные 163
Однодольные 174
Однолетние растения 44
Одноцветка одноцветковая 193
Ожика волосистая 225
Оидий 122
Околоцветник 63
— двойной 63
— простой 63
Окопник лекарственный 213
Окулировка 61
Онтогенез 19
Оогамия 108
Оомицеты 124
Оплодотворение 80
Опушение 53
Опыление 73
— перекрестное 73
— самоопыление 74
Орех 88
Орган 18
Орляк обыкновенный 149
Ортостихия 54

Основные органы 18
Осока бледноватая 227
Осока острая 227
— волосистая 227
— горная 227
— лесная 227
Осока острая 227
— стройная 226
Оциллятория 110

II

Папоротники 149
Пазуха листа 30
Партеногенез 85
Партенокарпия 90
Партеноспермия 85
Первоцвет лекарственный 194
Перекрестное опыление 73
Перелеска благородная 181
Перисperm 85
Перитеций 127
Перловник поникший 230
Пестик 65
Печеночники 137
Пигменты 110
Пижма обыкновенная 220
Пихта 159
Планктон 107
Пластиды 112
— хлоропласты 112
Пластинниковые грибы 130
Плаун баранец 144
— булавовидный 144
— обоюдоострый 144
Плацента 66
Плети 58
Плеуроциум Шребери 139
Плод 87
Плодовое тело гриба 126
Плодолистики 65
Плодосумчатые 127
Плюска 88
Побеги 30
— удлиненные 30
— укороченные 30
— замещающие 34
Подбел многолистный 191
Подвой 61
Подмареник мягкий 210
— трехцветковый 211
— цепкий 210
Подсемядольное колено 84
Покрытосемянные 166
Полигамные растения 67
Поликарпические растения 94
Полифилетическое происхождение 172
Поллинин 223
Положительный геотропизм 20

Половое размножение 62
Полукустарник 44
Полярность растений 60
Популяция 98
Поросль 59
Поросль корневая 59
— пневая 59
Початок 70
Почка 32
— вегетативная 32
— верхушечная 32
— пазушная 32
— покоящаяся (зимующая) 33
— придаточная 35
— смешанная 33
— спящая 34
— цветочная 33
Предросток (протерема) 139, 140
Прививки 61
Привой 61
Прилистник 47
Прицветник 63
Проводящие пучки 51
Пролесник многолетний 196
Прострел раскрытый 181
Протерандрия 73
Протерогония 73
Протоплазма 112
Протопласт 112
Псевдантовая теория 171
Псилофиты 143
Псевдотусга 159
Птилиум перистоветвистый 139
Пушица влагалищная 227
Пыльник 65
Пыльца 65
Пыльцевая трубка 81
Пыльцевое зерно 65
Пыльцевход 66

Р

Размножение 56
— бесполое 56
— вегетативное 57
— половое 62
Разноспоровые плауны 145
Рамишия однобокая 192
Раструб 187
Регенерация 57
Редукционное деление ядра 57
Репродуктивные органы 19
Ретидиадельфус 139
Ризоиды 137
Ризосфера 20
Род 98
Рубчик 83
Рыльце 65
Рябина обыкновенная 200

С

Сабельник болотный 198
Саговник 154
Саксаул 186
Самоопыление 74
Сапрополь 109
Сапрофитные растения 5
Связник 65
Седмичник европейский 194
Секвойя вечнозеленая 156
Севойядендрон гигантский 157
Селагичелловые 145
Семенные папоротники 153
Семейство 98
Семя 83
Семявход 68, 82
Семядоля 84
Семяпочка (семязачаток) 66
Семянка 88
Сердечник луговой 189
Сережка 70
Синергиды 81, 168
Систематика растений 95
Ситник нитевидный 225
Скерда болотная 220
Сложноцветковые 218
Сложный зонтик 70
Сныть обыкновенная 209
Слоевище 133
Соломина 228
Солянка 186
Соплодия 87
Средни 134
Сорусы 149
Сосна 161
Соцветие 68
— моноподиальное 68
— симподиальное 70
Сочевичник весенний 203
Спермий 62, 82
Сперматозоид 62
Спирilli 103
Спирогира 118
Спора 56
Спорангий 57
Спорогенная ткань 138
Спорофиллы 71
Спорофит 62
Стами nodий 65
Стебель 29
Стержневая корневая система 22
Столбик 65
Страусник обыкновенный 149
Стробил 71
Стручок 88, 189
Стручочек 88, 189
Суккуленты 45
Сумочник пастущий 190
Сурепка обыкновенная 190

Сфагновые мхи 141
Сцеплянки 118

Т

Таволга вязолистная 198
Таксодиевые 156
Таллом 99
Талломные растения 99
Телейтоспоры 131
Терофиты 42
Тимофеевка луговая 230
Тисовые 155
Толокнянка обыкновенная 191
Травянистые растения 44
Трихогина 126
Трутовик 129
Трясунка средняя 130
Тuya 162
Тысячелистник 220
Тычинки 65
Тычиночная нить 65
Тюльпанное дерево 178

У

Узел 30
Укороченные и удлиненные побеги 30
Уредоспоры 131

Ф

Фанерофиты 41
Фикоциан 110
Фикоэритрин 110
Филлокладий 38
Филогенез 19
Филогенетическая система 171
Фитонциды 7
Фитопланктон 107
Формулы цветка 67
Фотопериодизм 72
Фотосинтез 6
Фузариум 131

Х

Хвойник 163
Хвощ зимующий 147
— лесной 147
— полевой 147

Хламидоспора 123
Хлорелла 115
Хлорококк 115
Хлорофилл 5
Хроматофор 107
Хромосома 12

Ц

Цветение 63
Цветки актиноморфные (правильные) 64
Цветки асимметричные 65
— воронковидные 219

— зигоморфные (неправильные) 64
— ложноязычковые 219
— обоеполые 219
— однополые 219
— трубчатые 219
— язычковые 219

Цветок 63

Цветоложе 63
Цветоножка 63
Целлюлоза 112
Ценокарпный гинекей 65
Центрария исландская 134
Цикута 209

Ч

Чашелистик 64
Чашечка 64
Чередование поколений 62
Черенки корневые 60
— летние побеговые зеленые
— листовые 60
— зимние побеговые 59
Черемуха 200
Черника 102
Черешок 47
Чесночник лекарственный 189
Чина лесная 203
Чистец лесной 216
Чистотел большой 182

Щ

Щавель обыкновенный 187
— конский 187
Щавелек 187
Щитовник мужской 149
Щиток 70

Э

Эволюция 11
Эвантовая теория 171
Экзокарпий 88
Элатеры 138
Эндокарпий 88
Эндосперм 81, 82, 85
Энтомофильные растения 75
Эцидиоспоры 131

Я

Яблоня 200
Ягель 134
Ягода 90
Язычок 228
Яйцеклетка 62
Ярутка полевая 190
Ясменник цепкий 210
Яснотка белая 216
— крапчатая 216
— пурпуровая 216
Ястребинка волосистая 220
— зонтичная 220
Ятрышник пятнистый 224

УКАЗАТЕЛЬ ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ РАСТЕНИЙ

A

- Abies alba* 159
— *balsamea* 159
— *concolor* 159
— *holophylla* 159
— *nephrolepis* 159
— *nordmanniana* 159
— *sibirica* 159
Acacia dealbata 201
Achillea 220
Aconitum excelsum 181
Actaea spicata 181
Aegopodium podagraria 209
Agaricus edulis 130
Agathis 156
Agave 222
Ahnfeltia plicata 121
Albizzia julibrissin 201
Alliaria petiolata 189
Allium 222
Allopecurus pratensis 230
Althaea officinalis 195
Amonita muscaria 130
— *phalloides* 130
Andromeda polifolia 191
Anemone nemorosa 181
— *ranunculoides* 181
Anethum graveolens 209
Angelica sylvestris 209
Antennaria dioica 220
Anthriscus sylvestris 209
Apiaceae 207
Arachis hypogaea 203
Araucaria excelsa 156
Arctostaphylos uva-ursi 191
Artemisia 220
Aspergillus 127
Asperula aparine 210
Asteraceae 218
Athyrium filix-femina 149
Atriplex patula 186

B

- Bacillus thuringiensis* 107

- Barbarea vulgaris* 190
Bennettiae 154
Berteroa incana 190
Beta vulgaris 186
Boletus aurantiacus 100
— *edulis* 130
— *satanas* 130
— *scaber* 130
Boraginaceae 213
Brassicaceae 188
Bromopsis inermis 230
Bromus secalinus 230

C

- Calamagrostis arundinacea* 229
— *epigeios* 229
Calligonum 188
Calluna vulgaris 191
Campanulaceae 217
Campanula patula 218
— *persicifolia* 218
— *rotundifolia* 218
— *trachelium* 218
Capsella bursa-pastoris 190
Caragana arborescens 202
Cardamine amara 189
— *pratensis* 189
Carex acuta 226
— *colchica* 227
— *digitata* 227
— *pallescens* 227
— *pilosa* 227
— *pilosa* 227
— *praecox* 227
— *rhizina* 227
— *supina* 227
— *sylvatica* 227
Carum carvi 209
Caryophyllaceae 184
Caulerpa 117
Cedrus atlantica 160
— *libani* 160
Centaurea 220
Cerasus vulgaris 200

Cetraria islandica 134
Chamaecytisus ruthenicus 77
Chamaedaphne calyculata 191
Chamaerion angustifolium 204
Chelidonium majus 182
Chenopodiaceae 185
Chenopodium album 186
— *rubrum* 186
Chlamydomonas 113
Chlorella 115
Chlorococcum 115
Cicuta virosa 209
Cladonia alpestris 134
— *rangiferina* 134
— *sylvatica* 134
Cladophora zauterii 116
Claviceps purpurea 127
Climacium dendroides 139
Clostridium pasteurianum 106
— *pectinovorum* 106
Coffea arabica 211
Comarum palustre 198
Conium maculatum 209
Convallaris majalis 221
Convolvulaceae 212
Convolvulus arvensis 212
Crepis paludosa 220
Cryptomeria japonica 157
Cupressaceae 162
Cupressus sempervirens 162
Cycas media 154
— *nordmanbyana* 154
Cyperaceae 225

D

Dactylorhiza maculata 224
Daucus carota 209
Deschampsia caespitosa 229
Dianthus deltoides 185
Dicranum polysetum 139
— *scoparium* 139
Dryopteris filix-mas 149

E

Ephedra distachya 163
— *equisetina* 163
Epilobium montanum 204
— *palustre* 204
Equisetum arvense 149
— *hyemale* 149
— *sylvaticum* 148
Ericaceae 190
Eriophorum vaginatum 227
Erodium cicutarium 207
Euphorbiaceae 195
Evernia prunastri 134

F

Fabaceae 202

Fagopyrum esculentum 188
Filipendula ulmaria 198
Fomes fomentarius 129
— *igniarius* 129
Fragaria vesca 198
Fucus 120
Fusarium 131

G

Gagea 222
Galeobdolon luteum 216
Galeopsis speciosa 217
— *tetrahit* 217
Galium aparine 210
— *mollugo* 210
— *triflorum* 211
Geraniaceae 206
Geranium palustre 207
— *pratense* 207
— *sylvaticum* 207
Geum rivale 198
— *urbanum* 198
Ginkgo biloba 154
Gleditschia caspica 202
— *triacanthos* 202
Goodyera repens 224
Gymnocarpium dryopteris 149

H

Haloxylon 186
Hevea brasiliensis 196
Hibiscus cannabinus 195
Hieracium pilosella 220
— *umbellatum* 220
Hyperzia selago 144
Hylocomium splendens 139

J

Juncaceae 224
Juncus compressum 225
— *filiformis* 225
Juniperus communis 162
— *excelsa* 163
— *sabina* 163

L

Lactarius deliciosus 130
— *resimus* 130
Lamiaceae 216
Laminaria 120
Lamium album 216
— *maculatum* 216
— *purpureum* 216
Larix decidua 160
— *gmelinii* 160
— *maritima* 161

- sibirica 160
- Lathyrus odoratus* 203
- vernus 203
- Ledum palustre* 191
- Leonurus villosus* 217
- Liliaceae 221
- Lilium* 222
- Linaceae 205
- Linum usitatissimum* 205
- Liriodendron tulipifera* 178
- Lunaria rediviva* 189
- Luzula pilosa* 225
- Lycopersicon esculentum* 214
- Lycopodiaceae 143
- Lycopodium clavatum* 144
- complanatum 144
- selago 144
- Lysimachia vulgaris* 194

M

- Macrocystis* 120
- Magnoliaceae 178
- Magnolia grandiflora* 178
- Maianthemum bifolium* 222
- Malus domestica* 200
- *sylvestris* 200
- Malvaceae 195
- Marchantia polymorpha* 137
- Matricaria* 220
- Matteuccia struthiopteris* 149
- Medicago sativa* 203
- Melampyrum nemorosum* 215
- *pratense* 215
- Melandrium dioicum* 185
- Melica nutans* 230
- Mercurialis perennis* 196
- Metasequoja glyptostroboides* 157
- Microsphaera alphitoides* 127
- Milium effusum* 230
- Moneses uniflora* 193
- Morchella esculenta* 128
- Mucor* 125
- Myosotis palustris* 213

N

- Nardus stricta* 230
- Mitrobacter* 106
- Nitrosomonas* 106
- Nostoc* 110

O

- Olpidium* 123
- Onagraceae 204
- Orchidaceae 222
- Orchis maculata* 224
- Orthilia secunda* 193
- Oryza* 230
- Oscillatoria* 110

- Oxalidaceae 206
- Oxalis acetosella* 206

P

- Padus avium* 200
- Panicum* 230
- Papaveraceae 182
- Papaver somniferum* 182
- Paris quadrifolia* 222
- Penicillium* 127
- Phaseolus vulgaris* 203
- Phegopteris connectilis* 149
- Phleum pratense* 230
- Phyllocladus* 155
- Phytophthora infestans* 124
- Picea abies* 158
- *ajanensis* 158
- *obovata* 158
- *orientalis* 158
- *pungens* 158
- *schrenkiana* 158
- Pinus bruta* subsp. *eldarica* 162
- *cembra* 161
- *Kochiana* 162
- *pallasiana* 162
- *peuce* 162
- *pumila* 161
- *sibirica* 161
- *strobus* 162
- *sylvestris* 161
- Pisum sativum* 203
- Pleurocium schreberi* 139
- Poa annua* 230
- *bulbosa* 230
- *pratensis* 230
- Poaceae 228
- Podocarpus* 155
- Polygonaceae 187
- Polygonatum multiflorum* 222
- *officinale* 222
- Polygonum aviculare* 187
- *bistorta* 187
- *hydropiper* 187
- Polytrichum commune* 139
- Porphyra* 121
- Potentilla erecta* 198
- Primulaceae 193
- Primula officinalis* 194
- Prunus domestica* 200
- *spinosa* 200
- Pseudotsuga menziesii* 159
- Pteridium aquilinum* 149
- Ptilium crista castrensis* 139
- Puccinia graminis* 130
- Pulmonaria obscura* 213
- Pulsatilla patens* 181
- Pyrolaceae 193
- Pyrola rotundifolia* 193
- Pyrus communis* 200

R

- Ranunculaceae 179
Ranunculus acris 180
 — *cassubicus* 180
 — *repens* 180
Rhizobium leguminosarum 103
Rhynia 143
Rhytidadelphus triquetrus 139
Ricinus communis 196
Robinia pseudacacia 202
Rosaceae 197
Rubus chamaemorus 198
 — *saxatilis* 198
Rumex acetosa 187
 — *acetosella* 187
 — *confertus* 187

S

- Saccharomyces* 127
Salsola arbuscula 186
 — *Richteri* 186
Salvia 217
Sarothamnus scoparius 77
Scilla sibirica 222
Scirpus sylvaticus 227
Scrophulariaceae 215
Secale 229
Sequoja sempervirens 156
Sequoiadendron giganteum 157
Soja hispida 203
Solanaceae 214
Solanum dulcomara 214
 — *nigrum* 214
 — *tuberosum* 214
Solidago virgaurea 219
Sorbus aucuparia 200
Sorghum 230
Sphaerotheca 127
Sphagnum angustifolium 142
 — *cuspidatum* 142
 — *fuscum* 142
 — *magellanicum* 142
Spinacia oleracea 186
Spirogira 118
Stachys sylvatica 216
Stellaria holostea 185
 — *media* 185
 — *nemorum* 184
Stipa capillata 230
 — *joannis* 230
 — *lessingiana* 230
Symphytum officinale 213
Synchytrium 124

T

- Tanacetum vulgare* 220
Taraxacum 220
Taxodium distichum 157
Taxus baccata 156
 — *cuspidata* 156
Thlaspi arvense 190
Thuja occidentalis 162
Trientalis europaea 194
Trifolium hybridum 203
 — *medium* 203
 — *pratense* 203
 — *repens* 203
Triticum 229
Tulipa 222
Tussilago 220

U

- Ulothrix zonata* 115
Urticaceae 183
Urtica dioica 184
 — *urens* 184
Usnea barbata 134

V

- Vacciniaceae* 191
Vaccinium myrtillus 192
 — *uliginosum* 192
 — *vitis idaea* 192
Valerianaceae 211
Valeriana officinalis 212
Vanilla fragrans 224
Veratrum 222
Veronica chamaedrys 215
Vicia cracca 203
 — *faba* 203
 — *sepium* 203
Volvox 114

W

- Welwitschia banesii* 163

X

- Xantoria parietina* 134

Z

- Zea* 230

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ	
МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ	
Г л а в а I. Вегетативные органы растений	20
§ 1. Корень	20
§ 2. Стебель	29
§ 3. Лист	45
Г л а в а II. Размножение растений	56
§ 4. Типы размножения и их сущность	56
§ 5. Цветение	63
§ 6. Опыление	73
§ 7. Оплодотворение	80
§ 8. Семя	83
§ 9. Плоды	87
§ 10. Продолжительность жизни растений	93
РАЗДЕЛ ВТОРОЙ	
СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ	
Г л а в а III. Низшие растения	103
§ 11. Отдел бактерии — Bacteriophyta	103
§ 12. Группа отделов водоросли — Algae	107
§ 13. Отдел сине-зеленые, или циановые, водоросли — Cyanophyta	109
§ 14. Отдел зеленые водоросли — Chlorophyta	112
Класс равножгутиковые, или собственно зеленые, водоросли — Iso-contae	113
Класс щеплянки, или конъюгаты, — Conjugatae, Conjugatopsida	118
§ 15. Отдел харовые водоросли — Charophyta	119
§ 16. Отдел бурые водоросли — Phaeophyta	119
Класс изогенератные — Isogeneratae	119
Класс гетерогенератные — Heterogeneratae	119
Класс циклоспоровые — Cyclosporeae	120
§ 17. Отдел красные водоросли, или багрянки, — Rhodophyta	120
§ 18. Отдел грибы — Mycophyta, Fungi	121
Класс хитридиомицеты — Chytridiomycetes	123
Класс оомицеты — Oomycetes	124
Класс зигомицеты — Zygomycetes	124
Класс аскомицеты, или сумчатые грибы, — Ascomycetes	125
Класс базидиомицеты, или базидиальные грибы, — Basidiomycetes	128
Класс несовершенные грибы — Deuteromycetes	131
§ 19. Отдел лишайники — Lichenophyta	132

Г л а в а IV. Высшие растения	134
§ 20. Отдел моховидные, или мхи,— Bryophyta	137
Класс печеночники, или печеночные мхи,— Marchantiopsida	137
Класс листостебельные мхи — Bryopsida	139
§ 21. Отдел риниофиты, или псилофиты,— Rhyniophyta	143
§ 22. Отдел плауновидные — Lycopodiophyta	143
Класс плауновые — Lycopodiopsida	143
Класс полушниковые, или изоэтопсиды,— Isoëropsida	145
§ 23. Отдел хвощевидные — Equisetophyta	147
§ 24. Отдел папоротниковидные — Polypodiophyta	149
Г л а в а V. Семенные растения	152
§ 25. Отдел сосновые, или голосемянные,— Pinophyta, Gymnospermae	153
Класс семенные папоротники — Pteridospermae	153
Класс саговниковые — Cycadopsida	154
Класс беннеттитовые — Bennettitopsida	154
Класс гinkговые — Ginkgopsida	154
Класс хвойные — Coniferopsida	155
Класс гнетовые, или оболочкосемянные, хвойниковые — Chlamydaspermatopsida, Gnetinae	163
§ 26. Отдел магнолиофиты, или покрытосемянные,— Magnoliophyta, Angiospermae	166
Г л а в а VI. Филогенетические системы покрытосемянных	171
§ 27. Класс двудольные — Magnoliatae, Dicotyledoneae	178
Порядок магнолиецветные — Magnoliales	178
Семейство магнолиевые — Magnoliaceae	178
Порядок лютикоцветные — Ranunculales	178
Семейство лютиковые — Ranunculaceae	179
Порядок макоцветные — Papaverales	181
Семейство маковые — Papaveraceae	182
Порядок крапивоцветные — Urticales	183
Семейство крапивные — Urticaceae	183
Порядок гвоздичноцветные — Caryophyllales	184
Семейство гвоздичные — Caryophyllaceae	184
Семейство маревые — Chenopodiaceae	185
Порядок гречишноцветные — Polygonales	186
Семейство гречишные — Polygonaceae	187
Порядок каперсоцветные — Capparales	188
Семейство капустные, или крестоцветные,— Brassicaceae, Cruciferae	188
Порядок верескоцветные — Ericales	190
Семейство вересковые — Ericaceae	190
Семейство брусличные — Vacciniaceae	191
Семейство грушанковые — Pyrolaceae	193
Порядок первоцветные — Primulales	193
Семейство первоцветные — Primulaceae	193
Порядок мальвоцветные — Malvales	194
Семейство мальвовые — Malvaceae	195
Порядок молочаецветные— Euphorbiales	195
Семейство молочайные — Euphorbiaceae	195
Порядок розоцветные — Rosales	197
Семейство розоцветные — Rosaceae	197
Порядок бобовоцветные — Fabales	200
Семейство мимозовые — Mimosaceae	201
Семейство цезальпиниевые — Caesalpiniaceae	201
Семейство бобовые Fabaceae, Papilionaceae	202
Порядок миртоцветные — Myrtales, Onagrales	204
Семейство кипрейные, или онагриковые — Onagraceae	204
Порядок гераниецивные — Geriales	205
Семейство леновые — Linaceae	205

Семейство кисличные — Oxalidaceae	206
Семейство гераниевые — Geraniaceae	206
Порядок аралиецивтные — Araliales	207
Семейство зонтичные — Apiaceae, Umbelliferae	207
Порядок мареноцветные — Rubiales	210
Семейство мереновые — Rubiaceae	210
Порядок ворсянкоцветные — Dipsacales	211
Семейство валериановые — Valerianaceae	211
Порядок полемониоцветные — Polemoniales	212
Семейство выюнковые — Convolvulaceac	212
Семейство бурачниковые — Boraginaceae	213
Порядок норичникоцветные — Serophulariales	214
Семейство пасленовые — Solanaceae	214
Семейство норичниковые — Scrophulariaceae	215
Порядок ламиалиецивтные — Lamiales	215
Семейство губоцветные — Lamiaceae	216
Порядок колокольчикоцветные — Campanulales	217
Семейство колокольчиковые — Campanulaceae	217
Порядок астроцветные — Asterales	218
§ 28. Класс однодольные — Liliatae, Monocotyledones	221
Порядок лилиецивтные — Liliales	221
Семейство лилейные — Liliaceae	221
Порядок орхидноцветные — Orchidales	222
Семейство орхидные — Orchidaceae	222
Порядок ситникоцветные — Juncales	224
Семейство ситниковые — Juncaceae	224
Порядок осокоцветные — Cyperales	225
Семейство осоковые — Cyperaceae	225
Порядок злакоцветные — Poales	228
Семейство злаковые — Poaceae	228
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	231
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	233
УКАЗАТЕЛЬ ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ РАСТЕНИЙ	239