УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ВЫСШИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

В. В. СУВОРОВ, И. Н. ВОРОНОВА

БОТАНИКА С ОСНОВАМИ ГЕОБОТАНИКИ

Издание второе, переработанное и дополненное

Допущено Главным управлением высшего и среднего сельскохозяйственного образования Министерства сельского хозяйства СССР в качестве учебника для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по специальности «Агрохимия и почвоведение»

ЛЕНИНГРАД · «КОЛОС»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ · 1979

ББК 28.5
С89
УДК[58+581+582] (075.8)

Главы «Растительная клетка (цитология)», «Ткани растений (гистология)», а также подразделы «Анатомическое строение корня», «Анатомическое строение стебля» и «Анатомическое строение листа» написаны кандидатом биологических наук, доцентом И. Н. Вороновой, остальной материал — доктором сельскохозяйственных наук, профессором В. В. Суворовым.

Рецензент: зав. кафедрой ботаники Пермского сельскохозяйственного института доцент Л. М. Булаева.

Суворов В. В., Воронова И. Н.

С89 Ботаника с основами геоботаники. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. — 560 с., ил. — (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).

Учебник написан в соответствии с программой курса «Ботаника с геоботаникой» для высших сельскохозяйственных учебных заведений по специальности «Агрохимия и почвоведение». Во втором издании (первое было в 1971 г.) все разделы значительно переработаны.

С $\frac{40306-279}{035(01)-79}$ 177а—79. 2004000000

ББК 28.5
58

© Издательство «Колос», 1979

ВВЕДЕНИЕ

БОТАНИКА КАК НАУКА И ЕЕ ЗАДАЧИ

Ботаника — наука о растениях. Термин «ботаника» происходит от греческого слова botanē, что означает в переводе на русский язык — растение, овощ, трава, зелень.

Растительный мир чрезвычайно разнообразен. В настоящее время принято считать, что на поверхности нашей планеты произрастает свыше 500 тыс. видов растений, из них около 200 тыс. видов цветковых, или покрытосеменных.

В Советском Союзе растет свыше 20 тыс. видов растений, среди которых много пищевых, кормовых, масличных, лекарственных, декоративных и пр. Чтобы разобраться во всем разнообразии растительного мира, умело и рационально использовать растения, человек должен изучить их во всех подробностях.

В задачу ботаники как науки о растениях входит прежде всего всестороннее изучение огромнейшего разнообразия форм растений, населяющих нашу планету, и распространение их по территории земного шара. Одновременно ботаника изучает внешнее, внутреннее строение и жизнедеятельность растений.

Современные растения прошли длительный исторический путь развития. Из простейших одноклеточных растительных организмов в процессе длительной эволюции органического мира появились те сложные цветковые растения, которые в настоящее время являются господствующими, доминирующими формами. Этим сложным цветковым растениям предшествовали менее организованные — грибы, мхи, хвощи, голосеменные. Изучение истории возникновения и развития различных групп растений является неотъемлемой задачей ботаники.

Ботаника изучает как дикорастущие, так и культурные растения с целью разностороннего и наиболее рационального использования их на благо человека.

Исследования ботаники тесно связаны со многими другими, особенно естественными, науками: химией, физикой, геологией и др., и поэтому ботаника является составной частью биологии (греч. био — жизнь, логос — учение) — комплексной науки, которая занимается всесторонним изучением живой (органической) природы (животных, растений и человека).

ВОЗНИКНОВЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА И КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЕГО РАЗВИТИЯ

Существующие в настоящее время на Земле растения появились не сразу. Растительный мир развивался постепенно — от простых организмов к сложным. Впервые растения, как и вообще жизнь, возникли в воде.

Первоначальные растения были представлены простейшими организмами. В процессе эволюции эти простейшие организмы усложнялись и приспосабливались к окружающей их среде.

История развития земной поверхности насчитывает несколько миллиардов лет. Отдельные этапы развития Земли обозначаются в виде геологических эр, каждая из которых имеет возраст в несколько миллионов лет. Обычно весь цикл развития нашей планеты делится на 5 геологических эр: архейскую, протерозойскую, палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую (см. таблицу).

Самой древней является архейская эра, а самой молодой — кайнозойская. Геологические эры делятся на отдельные периоды. Для каждой геологической эры и ее периодов характерно развитие определенных групп растений и животных. Каждая из указанных геологических эр земной поверхности характеризуется своими осадочными породами, в которых сохраняются окаменелости и отпечатки растений и животных.

На основании ископаемых остатков растительных организмов установлено, что в самую древнюю — архейскую — эру появились простейшие формы растений в виде бактерий и, по-видимому, синезеленых водорослей.

В протерозойскую эру развились уже более сложные растительные организмы в виде различных более высокоорганизованных по строению водорослей.

Палеозойская эра характеризуется еще бо́льшим усложнением форм растительного мира. В эту эру появились первые наземные растения — псилофиты, которые в девонском периоде палеозойской эры являлись доминирующими растениями суши. Псилофиты были представлены низкорослыми формами растений (1...3 м), в дальнейшем на смену им пришли древовидные высокорослые формы плаунов, хвощей, достигающие 40 м высоты; они образовали на суше огромные заросли. В конце палеозойской эры произошло вымирание древовидных плауновых и хвощей; возникли папоротникообразные, хвойные, саговниковые.

Для мезозойской эры характерно пышное развитие голосеменных растений. В юрский период этой эры зародились беннеттиты, которые считаются прототипами цветковых растений, а в конце юрского периода отмечается появление цветковых — покрытосеменных растений, которые быстро стали распространяться по земной поверхности.

Кайнозойская, или новая, эра, которая продолжается и в настоящее время, характеризуется резким уменьшением голосеменных

растений и пышным расцветом покрытосеменных (цветковых) растений. Кайнозойская эра разделяется на четвертичный и третичный периоды. Для третичного периода было характерно пышное развитие древесной и кустарниковой растительности и слабое — трав. Для четвертичного периода характерен пышный расцвет и травянистой растительности.

Последовательное развитие растительного мира в различные геологические эры

Эра и ее продолжительность, млн. лет	Период	Этапы развития растительного мира
Кайнозойская, 87	Четвертичный	Растительный мир близок к современному, господство современных видов покрытосеменных. Появление человека
	Третичный	Расцвет флоры покрытосеменных
Мезозойская, 170	Меловой	Быстрое развитие покрытосеменных, вымирание беннеттитовых и сокращение голосеменных
	Юрский	Расцвет голосеменных (саговниковые, гинкговые и др.) и папоротников. Появление покрытосеменных
	Триасовый	Развитие флоры голосеменных, появление беннеттитовых
Палеозойская, около 350	Пермский	Появление голосеменных и вымирание семенных папоротников
	Каменноугольный	Расцвет плауновых и папоротникообразных, появление мхов
	Девонский	Развитие псилофитов, первичных папоротникообразных и грибов
	Силурийский	Следы наземной жизни. Первые наземные растения — псилофиты
		Господство бактерий и водорослей
	Кембрийский	Распространение водорослей и бактерий
Протерозойская, 2000		Появление водорослей и бактерий
Архейская		Возникновение жизни на Земле

ЕДИНСТВО ПРОИСХОЖДЕНИЯ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

Обычно природу делят на живую и неживую. В свою очередь живая природа подразделяется на животный и растительный мир. С первого взгляда кажется, что установить различие между растениями и животными легко, на самом же деле эта задача бывает иногда очень трудной.

Растения и животные имеют общее происхождение. И те и другие возникли в процессе длительной эволюции, т. е. в процессе

длительного исторического развития, от общих предков — примитивных форм жизни. Появление на Земле растений и животных относится к далеким временам, исчисляемым миллионами лет. Имея общих предков, растения и животные обладают многими сходными чертами и одновременно значительно отличаются между собой. Растительным и животным организмам свойственны обмен веществ, питание, рост, движение, раздражимость и др. Особенно много сходных черт наблюдается у низших растений и животных.

Простейшие одноклеточные представители животного мира и простейшие одноклеточные растения сходны между собой по строению, и в этом случае трудно провести строгую границу между растениями и животными. Так, например, микроскопически мелкие одноклеточные организмы — эвглены — нередко ботаниками относятся к растениям, а зоологами — к животному миру. В то же время между высшими растениями и животными имеется немало отличительных признаков.

Наиболее ярким внешним отличительным признаком растений считается наличие у них зеленой окраски. Зеленая окраска, действительно, свойственна огромному большинству видов растений (почти $^2/_3$). Обусловлена она наличием особого красящего вещества — хлорофилла. Хлорофилл образуется у растений в хлорофилловых зернах. У животных хлорофилл отсутствует.

Зеленые растения значительно отличаются от животных по способу питания. По способу питания живые организмы делятся на автотрофные и гетеротрофные. Автотрофными (от греч. autos — сам и trophe — пища) организмами называются такие, которые питаются неорганическими веществами. Автотрофные организмы сами способны создавать органические вещества из неорганических (углекислого газа, воды, минеральных солей).

Способностью создавать органические вещества (белки, жиры, углеводы и др.) из неорганических веществ обладают только зеленые растения, которые имеют хлорофилл. Такие растения питаются неорганическими веществами. За счет усваиваемых неорганических веществ зеленые растения строят свой организм. Если бы зеленые растения не обладали способностью создавать из неорганических веществ органические, которые используют в пищу животные и человек, жизнь высокоразвитых организмов на Земле была бы невозможна.

Гетеротрофными (от греч. heteros — другой и trophe — пища) организмами называются такие, которые питаются готовыми органическим веществами, созданными автотрофными растениями. Представители животного мира не имеют хлорофилла и, следовательно, неспособны сами образовывать органические вещества из неорганических, питаются за счет органических веществ, созданных зелеными растениями, и поэтому относятся к гетеротрофным организмам.

Однако и среди растительного мира существует небольшое количество растений ($^1/_3$ видов), которые не имеют хлорофилла (грибы,

бактерий и др.) и питаются за счет готовых органических веществ. Существуют и зеленые растения, которые способны питаться одновременно и органическими и неорганическими веществами (насекомоядные растения), но таких растений немного (росянка, пузырчатка, венерина мухоловка, непентес и др.).

Большинство растений отличается от животных неподвижным образом жизни. Обычно растения прикрепляются к субстрату (к почве и др.). Представители же животного мира в большинстве своем, наоборот, обладают подвижным образом жизни. Однако среди представителей животного мира существуют организмы, которые всю жизнь проводят в неподвижном состоянии (например, морская губка или полипы), а среди растений имеются организмы, которые хотя и медленно, но способны передвигаться (слизевики).

Отличительной особенностью растений является расчленение их тела, что способствует увеличению поверхности соприкосновения растений с внешней средой.

Растение, по-видимому, потому так и названо, что обладает способностью расти до самой смерти, животные же, как правило, прекращают свой рост в определенном возрасте. Существуют и другие различия между растениями и животными.

Таким образом, из всего сказанного становится ясно, что отличительные признаки растений и животных являются не абсолютными, а относительными. Это свидетельствует о том, что растения и животные имеют общее происхождение.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БОТАНИКИ

Как и всякая наука, ботаника развивалась и развивается в процессе развития человека и расширения его запросов.

Изучением растений человек начал заниматься в глубокой древности. В поисках пищи он в первую очередь стал отбирать полезные для себя пищевые растения, с которых собирал съедобные плоды, семена, корни, клубни и т. д. Позднее человек стал различать ядовитые и лекарственные растения; из первых он получал ядовитый сок для отравления стрел, а вторые использовал для лечебных целей.

Иероглифы гробниц Древнего Египта и раскопки в различных частях света указывают, что многие растения (лекарственные, пищевые, технические) были известны древнему человеку более 2000.., 3000 лет до н. э. Например, такая ценная прядильная культура, как лен, выращивалась на волокно в Египте, Мессопотамии, Аравии за 4000...5000 лет до н. э. Позднее здесь лен был заменен другой, более приспособленной для местных природных условий прядильной культурой — хлопчатником. Пшеница, которой в настоящее время питается половина населения земного шара, возделывалась в Древнем Египте за 4000 лет до н. э. На территории современных советских республик — Украинской, Грузинской, Армянской, Молдавской — посевы ее были известны за 2000..3000 лет до н. э. Рас-

копки в Перу и Мексике указывают на большую древность в этих странах культуры кукурузы, табака, картофеля, хлопчатника и других растений.

Развитию ботаники в древние времена способствовали работы лекарей, которые изучали лекарственные растения. До наших дней дошло сочинение основоположника научной медицины врача Древней Греции Гиппократа (460—377 гг. до н. э.). Им было описано 236 лекарственных растений. В более поздние времена был опубликован ряд аналогичных работ (Аристотель, Диоскорид, Плиний и др.).

Немало способствовали развитию ботаники древние философы и ученые. Наблюдая явления природы, они изучали и растения. Так, например древнегреческий философ, естествоиспытатель и ботаник Теофраст (372—287 гг. до н. э.) создал большой для того времени труд «Исследования растений», в котором описал около 500 растений Греции.

Большую ценность в свое время представляло сочинение «Медицинский канон», написанное таджикским ученым Ибн Синой (около 980—1037). Этот труд является своеобразной энциклопедией медицины, в нем было описано большое количество лекарственных растений.

Исключительную роль в развитии ботаники сыграли географические открытия европейцами Америки, Австралии, Центральной Африки, Индии, различных островов Тихого океана и т. д. Во вновь открытых странах европейцы знакомились со многими растениями, которые не были им известны до открытия этих стран. Такие растения, как кукуруза, картофель, подсолнечник, табак, арбуз, лекарственные растения и др., были ввезены в Европу и стали здесь широко возделываться.

Как наука ботаника стала развиваться в XVI в. В это время появились «травники» — печатные труды, в которых приводились описания и зарисовки растений с целью ознакомления населения с их разнообразием. Однако травники не оправдали своего назначения. Описания и зарисовки, которые были представлены в них, не давали ясного представления о растениях. Для улучшения ознакомления с различными растениями, особенно завозными, естествоиспытатели стали создавать «сухие сады», или гербарии растений. Но и «сухие сады» не давали полного представления о растениях, так как чаще всего засушивались не целые растения, а их части, по которым невозможно было представить целое растение. Поэтому вновь выявленные растения стали возделывать и пересаживать на земельные участки в новых для них условиях. Возникла необходимость в организации ботанических садов. Многие ботанические сады были созданы на базе так называемых аптекарских садов, в которых выращивали главным образом лекарственные и ароматические растения. Первый такой сад был заложен в Италии (Салерно) в 1309 г., затем в Венеции в 1333 г. В дальнейшем ботанические сады стали организовываться во многих странах.

В России первый ботанический сад был заложен в Москве в 1707 г. Основной задачей его было выращивание лекарственных растений. В 1709 г. был создан ботанический сад под названием «аптекарский огород» в г. Лубны под Москвой. В 1714 г. по указу Петра I был организован «аптекарский огород» при Академии наук в Петербурге. Позднее ботанические сады возникли и в других городах, в том числе Никитский ботанический сад около Ялты (1812 г.), Тифлисский ботанический сад (1845 г.), а в 1912 г. проф. А. Н. Краснов основал Батумский ботанический сад. По разнообразию живых растений из всех зон земного шара этот сад является самым обширным в СССР. После Великой Октябрьской социалистической революции количество ботанических садов в нашей стране значительно возросло, и в настоящее время их насчитывается свыше 60. После Великой Отечественной войны, в 1945 г., под Москвой заложен Главный ботанический сад Академии наук СССР.

Основной задачей ботанических садов Советского Союза является изучение местной и инорайонной флоры с целью выделения из нее наиболее ценных растений для различных отраслей народного хозяйства нашей страны. Ботанические сады организуют большие экспедиции в различные районы нашей Родины и зарубежные страны для выявления, сбора и изучения ценных растений и внедрения их в производство.

В середине XVII в. Роберт Гук (1635—1703) открыл ячеистое (клеточное) строение растений, что положило начало развитию анатомического изучения растений, т. е. исследованию их внутреннего, микроскопического строения.

В XVIII в. ботаники уделяли много внимания описанию новых растений и разработке систем растительного мира. В этом направлении выделяются исследования шведского естествоиспытателя Карла Линнея (1707—1778), который описал большое количество видов растений и разработал систему растительного мира. Все разнообразие растений он объединил в 24 класса. Система К. Линнея оказала большое влияние на развитие ботаники и особенно систематики растений. Наибольшего же расцвета ботаника достигла в XIX в.

В начале XIX в. (1809) французский естествоиспытатель Жан Ламарк опубликовал свой труд «Философия зоологии», в котором дал картину исторического развития органического мира. Ламарк высказал мнение, что виды не являются постоянными, неизменными, они изменяются под влиянием внешних условий. Он выдвинул также положение о развитии организмов от низших к высшим. Однако эволюционная теория Ламарка не является последовательно материалистической.

В XIX в. на развитие ботаники, как и других биологических наук, большое влияние оказали работы Чарлза Дарвина (1809—1882). Его классический труд «Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствующих пород в борьбе за жизнь», изданный в 1859 г., произвел революцию в биологиче-

ской науке. Дарвин блестяще доказал, что все разнообразные виды растений и животных, живущих на Земле, появились не сразу, а произошли от существовавших ранее более примитивных видов в процессе постепенного накопления наследуемых изменений. Весь исторический процесс эволюции — постепенного развития живых существ, — по Дарвину, обусловливается тремя факторами: изменчивостью, наследственностью и отбором (естественным и искусственным).

Учение об историческом развитии живой природы получило название эволюционного. Наиболее полное материалистическое обоснование эволюции органического мира было дано именно Ч. Дарвином, в связи с чем эволюционное учение называется дарвинизмом. До Дарвина в ботанике, как и в других естественных науках, существовала борьба двух мировоззрений: идеалистического и материалистического. Дарвин доказал, что в процессе развития и под влиянием законов природы растения и животные изменяются, приспосабливаются к определенным условиям.

Заслуга эволюционного учения Дарвина состоит в том, что оно научно, материалистически объяснило происхождение ныне живущих на Земле существ последовательным развитием органического мира и тем самым вскрыло всю несостоятельность религиозных легенд о сотворении живого на Земле каким-то божественным существом. Материалистическое учение Ч. Дарвина о постепенном развитии органического мира нанесло сокрушительный удар существующему идеалистическому, метафизическому учению в биологии.

В России эволюционное материалистическое учение Дарвина получило признание среди передовых ученых того времени.

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ БОТАНИКИ

В настоящее время ботаника представляет обширную науку, которую можно дифференцировать на большое количество отдельных разделов. Разделы эти тесно связаны между собой и в то же время могут рассматриваться как самостоятельные дисциплины, самостоятельные науки.

Морфология растений изучает внешнее строение растений, форму отдельных органов, их видоизменения в зависимости от окружающей среды. Морфология считается одной из древних отраслей ботаники.

Систематика растений изучает сходство, различие, родственные связи растений, их происхождение и объединение в группы в целях классификации.

Анатомия растений — учение о микроскопическом строении растений в связи с эволюцией и условиями среды.

Цитология растений — раздел ботаники, который занимается изучением клетки, ее строения и жизненных функций.

Гистология растений — наука о тканях.

Эмбриология изучает развитие и строение зародыша семени.

Физиология — раздел ботаники, занимающийся изучением жизненных процессов, которые происходят в живых растениях (рост, развитие, питание, дыхание и др.).

Экология — раздел ботаники, занимающийся взаимоотношениями растений и окружающей среды.

Геоботаника — раздел ботаники, изучающий строение, состав, развитие и распространение растительных сообществ в зависимости от факторов среды.

Ботаническая география изучает закономерности распространения растений по земному шару.

Палеоботаника занимается изучением вымерших ископаемых растений на основании отпечатков в осадочных породах и окаменевших растений.

БОТАНИКА В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ

В Советском Союзе, как ни в одной другой стране мира, ботаника развивается в тесном контакте с практикой и проблемами народного хозяйства. Задачи ботаники в СССР чрезвычайно многообразны. Направление работ ботаников определяется теми грандиозными планами по преобразованию природы, развитию сельского хозяйства и промышленности, которые осуществляются в настоящее время в нашей стране.

Ботаники принимают непосредственное участие в работах по целесообразному использованию целинных земель, лесных массивов, естественных кормовых угодий, по продвижению новых культур в северные, горные, пустынные районы; по выявлению нового растительного сырья для различных видов промышленности; в организации озеленения городов и других населенных мест; по повышению урожайности всех сельскохозяйственных культур и т. д.

Благодаря разнообразным климатическим, почвенным, историческим и экологическим условиям в нашей стране сложилась самая благоприятная обстановка для работы ботаников. На территории Советского Союза, кроме ботанических садов, имеется большое количество ботанических институтов, которые изучают растительность самых разнообразных районов страны. Ведущая роль среди этих институтов принадлежит Ботаническому институту им. В. Л. Комарова Академии наук СССР (в Ленинграде), в котором собран один из величайших гербариев в мире (около 5 млн. гербарных листов). На основе главным образом данного гербария большой коллектив ученых-ботаников составил и опубликовал многотомный труд «Флора СССР», в котором приведено описание всех видов растений СССР. Это уникальный труд, равного которому нет ни в одной стране мира.

Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова издает многотомный коллективный труд «Культурная флора СССР», в котором приводится монографическое описание культурных и вводимых в культуру растений. Кроме того, в Советском Союзе систематически печатаются капитальные труды по флоре отдельных зон СССР.

Большой вклад в развитие ботаники как науки внесли отечественные ученые. Акад. А. А. Гроссгейм (1888—1948) много лет посвятил изучению растений Кавказа. Им описано большое количество новых видов растений и опубликованы важные геоботанические работы, а с 1928 по 1934 г. был издан большой труд «Флора Кавказа». Эта работа является настольным справочником для всех ботаников и растениеводов, изучающих растения горных районов.

В области систематики растений крупные исследования мирового значения провел акад. В. Л. Комаров (1869—1945), который много сделал по изучению флоры Дальнего Востока, Средней Азии и др.

Разносторонние исследования в области ботаники были проведены проф. Б. М. Козо-Полянским (1890—1957).

Изучению растительного покрова территории Советского Союза посвящены исследования Б. А. Федченко (1872—1947), Н. И. Кузнецова (1864—1932), П. Н. Крылова (1850—1931), Д. П. Сырейщикова (1868—1932), Б. К. Шишкина (1886—1963), П. Ф. Маевского (1851—1892), В. В. Алехина (1882—1946), В. Н. Сукачева (1880—1965) и многих других.

Исключительное значение имеют классические исследования акад. С. Г. Навашина (1857—1930) в области эмбриологии и цитологии растений и в особенности его открытие двойного оплодотворения у покрытосеменных растений, которое положило начало новой эре в изучении покрытосеменных растений.

Экологии растений посвящены крупные работы Б. А. Келлера, А. И. Шенникова, Е. Н. Синской и др.

Анатомия и эмбриология растений разрабатывались такими крупными исследователями, как И. П. Бородин, В. Г. Александров, В. Ф. Раздорский, А. А. Яценко-Хмелевский, П. А. Баранов, М. С. Яковлев и др.

Крупнейшие исследования в области фотосинтеза проведены проф. К. А. Тимирязевым (1843—1920). В дальнейшем физиология растений в Советском Союзе успешно разрабатывалась Н. А. Максимовым, И. М. Тумановым, В. Н. Любименко, Л. А. Ивановым и др.

Изучению культурных растений и их сородичей посвящены крупнейшие работы Н. И. Вавилова, разработавшего теорию центров происхождения культурных растений.

В настоящее время систематике и филогении цветковых растений посвящены классические работы акад. А. Л. Тахтаджяна.

ЗНАЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ В ПРИРОДЕ И ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Роль растений в природе очень велика. Прежде всего растения имеют в природе огромное космическое, мировое значение.

Зеленые растения — единственные в мире организмы, которые обладают чудодейственной способностью создавать в колоссальном количестве разнообразнейшие органические вещества из неорганических и одновременно снабжать весь мир живых существ необходимым для их жизни кислородом, а себя, кроме того, еще и углекислым газом, без которого они не могут существовать.

Созидательный процесс образования зелеными растениями органических веществ из неорганических при непосредственном воздействии солнечной энергии называется фотосинтезом. Процесс этот протекает в хлоропластах клеток листьев и иногда называется процессом ассимиляции.

Без зеленых растений жизнь на нашей планете невозможна, ибо никто и ничто пока не может заменить деятельность растений.

Большое значение процесса фотосинтеза и космическую роль растений в свое время отмечал крупнейший исследователь фотосинтеза проф. Климент Аркадьевич Тимирязев.

Растительный покров оказывает большое влияние на формирование и изменение климата в различных зонах земной поверхности. Исключительна роль растений в почвообразовательных процессах.

Одновременно с созиданием растения осуществляют в природе и противоположный процесс — разрушение (диссимиляцию) органических веществ, минерализацию этих веществ, т. е. разложение их на простые неорганические соединения, которые становятся доступными зеленым растениям. Процесс распада органических веществ (мертвых растений, трупов животных и др.), разложение их до минеральных соединений осуществляется также растениями, но не высшими (не зелеными), а низшими, которые не имеют зеленой окраски (грибы, бактерии). Образовавшиеся минеральные вещества поступают в почву, откуда, растворенные в воде, вновь поглощаются корнями высших растений, и таким образом на Земле происходит беспрерывный круговорот веществ. Растения имеют огромное значение, они удовлетворяют самые разнообразные потребности человека. Пищу, одежду, жилище, топливо, лекарства, сырье для разнообразных видов промышленности человек получает прямо или косвенно от растений.

Возделываемые растения представлены в настоящее время большим количеством сортов. Достаточно сказать, что имеется сортов пшеницы около 3000, картофеля — свыше 2000, розы — около 3000 и т. д. Многие из возделываемых растений занимают большие посевные площади, с которых человек получает огромное количество продукции.

Большое разнообразие растений используется на корм животным: дикорастущие травы, возделываемые растения — овес, кукуруза, сорго, ячмень, брюква, свекла, клевер, люцерна, вика и др.

Человек широко использует и ископаемые богатства земли — нефть, уголь, сапропели, сланцы, торф и др., являющиеся продуктами растительного происхождения.

РОЛЬ БОТАНИКИ В АГРОНОМИИ

Ботаника как наука о растениях имеет прямое отношение ко многим отраслям народного хозяйства, но особенно тесно она связана с практикой сельского хозяйства: с агрономией, земледелием, лесоводством и пр.

Урожай сельскохозяйственных культур всегда зависит от воздействия на них соответствующих внешних условий, к которым относятся и все приемы агротехники (обработка почвы, способы и нормы посева, удобрение и др.). Зная морфолого-биологические особенности того или иного растения, его требования к условиям среды, агроном может создавать благоприятные условия для развития растений и тем самым способствовать получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

В своей практической работе агроном должен всегда помнить, что растение — очень сложный организм, жизненные процессы которого непрерывно меняются под влиянием вечно изменяющихся условий внешней среды. Чтобы управлять растением, нужно знать особенности его строения и способность изменяться под влиянием соответствующих условий среды. С основными положениями по этим вопросам студент сельскохозяйственного вуза и знакомится в первую очередь по курсу ботаники, углубляя эти знания в дальнейшем на специальных кафедрах. Курс ботаники неразрывно связан со всеми специальными дисциплинами, читаемыми в сельскохозяйственном вузе: растениеводством, овощеводством, селекцией, луговодством, физиологией растений, земледелием, почвоведением, микробиологией, фитопатологией и др.

В сельскохозяйственных вузах ботаника является теоретической основой агрономических дисциплин. Нельзя себе представить научную работу луговодов, лесоводов, растениеводов, почвоведов, агрохимиков и других специалистов сельского хозяйства без теоретических знаний экологии и геоботаники.

Работа генетиков и селекционеров растений без знаний биологии цветения, роста, развития растений и особенно процессов оплодотворения растений совершенно невозможна.

Ботаника представляет собой ту теоретическую науку, на базе которой строится практическая работа агронома любого профиля.

Раздел I. СТРОЕНИЕ И РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ

Глава I. РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА (ЦИТОЛОГИЯ)

Клеточное строение растений

Определение клетки. Клетка — это наименьшая структурная и биологическая единица живой материи. Ей присущи все жизненные свойства — питание, дыхание, рост, раздражимость, размножение, наследственность и др. Клетка появилась на определенном этапе эволюции органического мира как результат постепенного усложнения и совершенствования живого вещества. Известны и неклеточные (доклеточные) формы жизни — вирусы и фаги, однако универсальным структурным элементом тела подавляющего большинства живых существ является клетка — основа строения, развития и всей жизнедеятельности организма. В клетке протекают сложнейшие биохимические процессы, которые обусловливают все признаки жизни. Одноклеточные организмы представляют собой отдельные свободноживущие клетки, приспособленные к выполнению всех жизненно необходимых функций. У многоклеточных организмов клетки, как правило, специализируются на выполнении какой-нибудь одной функции, приобретая характерные особенности строения. Клетки многоклеточного организма морфологически и физиологически тесно связаны между собой, и поэтому он представляет собой единое целое.

Количество клеток, составляющих тело растения, весьма различно и колеблется от одной до нескольких сотен миллиардов.

Форма и величина клеток. Форма растительных клеток очень разнообразна (цилиндрическая, шаровидная, звездчатая, многогранная и др.) и тесно связана с выполняемой ими физиологической функцией. Но среди этого разнообразия различают 2 основные формы — паренхимную и прозенхимную. Паренхимные клетки могут быть изодиаметрическими, т. е. длина, ширина и толщина у них почти одинаковы, или слегка вытянутыми, причем длина превышает ширину не более чем в 2...3 раза. Такие клетки образуются в результате более или менее равномерного роста во всех направлениях.

Прозенхимные клетки отличаются сильно вытянутой формой, длина у них значительно (иногда во много раз) превышает ширину. Они возникают в том случае, если рост идет преимущественно в одном направлении.

Клетки растений имеют обычно микроскопические размеры — от 10 до 100 мкм в поперечнике. Наименьшими размерами отличаются бактериальные клетки — 0,5...5 мкм. Особенно крупными бывают паренхимные клетки, приспособленные для накопления запасов воды и питательных веществ. У некоторых растений они достигают в диаметре нескольких миллиметров и видны невооруженным глазом (в мякоти плодов арбуза, лимона, томата). Особенно большие размеры имеют прозенхимные клетки прядильных растений. Так, длина лубяных волокон у льна достигает 20...40 мм, у крапивы — 80 мм, у субтропического растения рами — 500 мм. Поперечник этих клеток обычно не превышает 50...100 мкм.

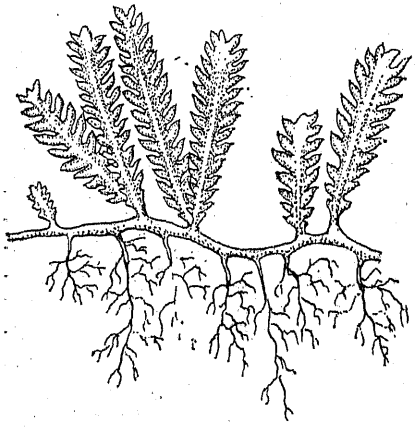


Рис. 1. Одноклеточная водоросль каулерпа

Среди одноклеточных растений известны водоросли и грибы, тело которых достигает больших размеров и даже имеет довольно сложное внешнее строение. В качестве примера можно привести морскую зеленую водоросль каулерпу. Тело каулерпы представляет собой одну громадную клетку, длиной до 60 см, причудливо расчлененную на отдельные части, которые по внешнему виду напоминают листья, стебли и корни высшего растения (рис. 1). В клетке имеется множество ядер, но отсутствуют внутренние перегородки, что позволяет рассматривать каулерпу как гигантский одноклеточный организм. Сходное, но более простое строение имеет грибница плесневого гриба мукора, состоящая из одной сильно разветвленной многоядерной клетки, а также сифонные водоросли ботридиум, вошерия и некоторые другие низшие растения. Подобные формы иногда относятся к особой группе неклеточных организмов.

Отдельные виды растений, как правило, характеризуются определенным анатомическим строением и часто отличаются специфической, только им присущей формой клеток.

Краткая история изучения клетки

Современные представления о строении и жизнедеятельности клетки являются результатом длительных исследований, которые продолжаются уже более 300 лет. Однако на протяжении этого времени изучение клетки шло неравномерно, периоды интенсивных исследований сменялись периодами длительного спада. Так, после замечательных открытий второй половины XVII в. в науке о клетке

наступает относительный застой, характерный почти для всего XVIII в., когда новые сведения накапливались крайне медленно. В начале XIX в. пробуждается интерес к изучению микроскопического строения организмов, и это приводит к ряду выдающихся открытий XIX—XX вв.

Развитие науки о клетке и клеточном строении растений и животных тесно связано с достижениями физики в области конструирования и усовершенствования оптических приборов. Микроскоп был изобретен Г. Галилеем в самом начале XVII в., а первым исследователем, увидевшим клетки, стал английский физик Роберт Гук (1635—1703). Рассматривая тонкий срез пробки в усовершенствованный им микроскоп, Р. Гук обнаружил множество мелких полостей, похожих на пчелиные соты, которые он назвал клетками, и это название, как известно, сохранилось в науке до наших дней. Результаты своих наблюдений Р. Гук изложил в книге «Микрография», вышедшей в 1665 г., и поместил в ней первое изображение клеток (рис. 2). Наблюдения Р. Гука были продолжены и расширены его современниками — итальянским ученым М. Мальпиги (1628—1694) и английским ученым Н. Грю (1641—1712), впервые описавшими клеточное строение различных органов растений — корней, листьев, стеблей, плодов и семян. Работами М. Мальпиги и Н. Грю было положено начало особому разделу ботаники — анатомии растений. Голландский микроскопист А. Левенгук (1632—1723) впервые увидел отдельные свободноживущие клетки, открыв, таким образом, мир простейших одноклеточных организмов. В некоторых клетках он обнаружил зеленые тельца, названные впоследствии пластидами, и кристаллы. В своей книге «Тайны природы» (1695) А. Левенгук приводит также рисунки клеточного строения тела растений.

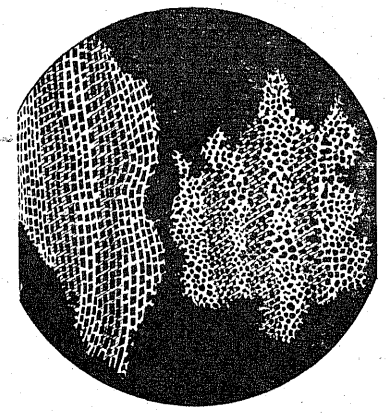


Рис. 2. Первое изображение клеток пробки по Р. Гуку

Однако, несмотря на довольно многочисленные описания самых разнообразных клеток, как растительных, так и животных, в науке почти 200 лет господствовало ошибочное представление, что главной составной частью клетки является ее оболочка. Это объясняется тем, что клетки пробки, впервые увиденные Р. Гуком, были мертвыми и не имели внутреннего содержимого. Другие исследователи, рассматривавшие живые клетки, считали их мешочками или пузырьками, заполненными слизистым содержимым, которому не придавали серьезного значения и по-прежнему главное внимание уделяли изучению клеточных стенок. Большинство ботаников представляло

клетки как пустоты, имеющие общие стенки, пронизанные отверстиями. Это заблуждение было опровергнуто лишь к середине XIX в., когда с помощью более совершенных микроскопов ученые обнаружили основные компоненты клетки — ядро, цитоплазму, пластиды и др. Работами Г. Моля (1848) и Р. Вирхова (1853) было окончательно доказано, что главная роль в жизнедеятельности клетки принадлежит не оболочке, а внутреннему содержимому.

Описательный период в истории изучения клетки, длившийся более полутора веков, позволил накопить к концу 30-х годов XIX в. обширный фактический материал, на основе которого стало возможным создание клеточной теории. Становилось ясно, что клетка является структурной единицей тела всех живых организмов. Подобные соображения высказывались многими учеными, и они по праву считаются предшественниками авторов клеточной теории. К ним относится Ж. Б. Ламарк (1809), Г. Дютроше (1824), Г. Моль (1831), русские ботаники П. Ф. Горянинов (1834), И. О. Шиховский (1838) и ряд других. В окончательном виде клеточная теория была сформулирована в работах немецких ученых — ботаника М. Шлейдена (1804—1881) и зоолога Т. Шванна (1810—1882).

Опираясь на исследования М. Шлейдена (1838), Я. Пуркине и других естествоиспытателей, Т. Шванн в своей книге «Микроскопические исследования о соответствии в строении и росте животных и растений», вышедшей в 1839 г., убедительно показал, что клеточное строение характерно для всех живых организмов и является общей структурной особенностью их тела.

Клеточная теория объяснила разнообразие структур, наблюдаемых у различных животных и растений, и в то же время дала несомненные доказательства единого происхождения и строения всего органического мира. В клеточной теории содержалось 3 главных обобщения: теория образования клеток, в основу которой был положен универсальный принцип развития, доказательство клеточного строения всех органов и частей организма и распространение этих двух принципов на мир животных и мир растений.

Ф. Энгельс высоко оценил клеточную теорию строения организмов, назвав ее одним из трех величайших открытий XIX в. в области естествознания наряду с законом сохранения и превращения энергии и эволюционным учением Ч. Дарвина.

Клеточная теория сравнительно быстро завоевала всеобщее признание, но отсутствие необходимой оптики еще долго не позволяло получить подлинное представление о структуре клетки и о роли ее отдельных составных частей. Дальнейшее развитие учения о клетке шло параллельно с усовершенствованием микроскопической техники и разработкой новейших методов исследования.

Со второй половины XIX в. начинается современный период в изучении клетки, причем предметом исследований является теперь не только ее строение, но также и протекающие в ней биохимические и физиологические процессы. В конце XIX в. оформляется самостоятельная наука о клетке — цитология. К середине XX в.

в клетке было в основном изучено все, что доступно изучению с помощью светового микроскопа, дающего максимальное увеличение около 2500 раз.

Новый подъем в развитии учения о клетке, начавшийся в 50-е годы, связан с применением электронного микроскопа, сконструированного в 30-х годах текущего столетия. Вместо лучей света в нем используется поток электронов, и может быть получено увеличение, приближающееся к 1 млн. Стало возможным изучение ультраструктуры составных частей клетки, а также рассмотрение ее новых компонентов, ранее совершенно неизвестных. Начались исследования на молекулярном уровне.

Помимо электронного микроскопа, для изучения некоторых деталей строения живой клетки применяют фазово-контрастный микроскоп, устройство которого основано на использовании разницы в коэффициенте преломления света у различных клеточных структур.

Из современных методов исследования, используемых в цитологии, наибольшее значение имеют: центрифугирование, микроскопическая хирургия, цитохимический метод и др. Благодаря новейшей методике стало возможным выявление роли различных веществ в жизнедеятельности клетки, разделение содержимого клетки на отдельные компоненты, прижизненное извлечение из нее ядра, пластид и т. п. XX в. в области цитологии ознаменовался выдающимися достижениями советских и зарубежных ученых: изучена ультраструктура клетки, открыты ее новые составные части, установлен механизм передачи наследственных свойств, детально изучен биосинтез белка и многие другие процессы. Из цитологии выделились самостоятельные науки, тесно связанные с другими областями биологии, — цитогенетика, цитоэмбриология, кариосистематика и др.

Особая роль в изучении ультраструктуры, химии и жизнедеятельности клетки принадлежит одному из самых новых направлений науки — молекулярной биологии.

Строение клетки

Особенностью растительных клеток является плотная оболочка, в которой заключено внутреннее содержимое. В содержимом клетки различают живое вещество — протопласт — и неживые внутриклеточные включения — производные протопласта, которые являются продуктами его жизнедеятельности и составляют парапласт клетки.

Протопласт. Наиболее важной составной частью клетки является ее живое содержимое, получившее название протопласта. Этот термин был предложен в 1880 г. И. Ганштейном для обозначения всей живой массы клетки. Несмотря на большие успехи, достигнутые в области цитологии, до настоящего времени отсутствует полное единство взглядов в отношении некоторых внутриклеточных структур. Это в значительной степени относится к пониманию роли и особенно происхождения компонентов протопласта, обычно называемых его органоидами, или органеллами. Еще в

1890 г. Р. Альтман высказал предположение (поддержанное А. Шимпером), что появление в клетке пластид и митохондрий объясняется внедрением в нее в качестве внутриклеточных паразитов простейших одноклеточных организмов — водорослей и бактерий, утративших в дальнейшем в значительной степени свою автономию, но сохранивших морфологические и функциональные особенности. Эти представления склонны разделять и некоторые современные ученые, основываясь уже на новейших данных — содержании в хлоропластах и митохондриях нуклеиновых кислот, а также на способности их к активному перемещению и делению. Хотя данная гипотеза не лишена интереса, необходимо отметить, что, несмотря на некоторую автономию этих компонентов протопласта, их физиологическая деятельность, несомненно, контролируется ядерными генами клетки.

Существует и прямо противоположная точка зрения, согласно которой основными клеточными органоидами признаются только цитоплазма и ядро, а все остальные живые части клетки рассматриваются в качестве структурных элементов цитоплазмы, которые образовались вследствие разграничения ее внутренними мембранами на отдельные, функционально и морфологически обособленные участки. Иногда к двум главным органоидам клетки причисляют и третий — пластиды.

Составные части растительной клетки

I. Протопласт (совокупность органоидов)	Цитоплазма	Плазмалемма Гиалоплазма Тонопласт
	Эндоплазматическая сеть	Гладкая Гранулированная
	Рибосомы	
	Сферосомы	
	Лизосомы	
	Митохондрии	
	Комплекс Гольджи	
	Микротрубочки	
	Ядро	Нуклеоплазма Ядрышко Хромосомы Оболочка
	Пластиды	Хлоропласты Хромопласты Лейкопласты
II. Парапласт (производные протопласта)	Оболочка	Первичная Вторичная
	Включения (оформленные и жидкие)	Запасные питательные вещества Физиологически активные вещества Катаболиты

Наконец, ряд исследователей считает, что в образовании структурных элементов клетки могут участвовать не только внутренние мембраны, но и поверхностная мембрана цитоплазмы.

Принимая во внимание морфологические особенности и своеобразную ультраструктуру всех компонентов протопласта, а также

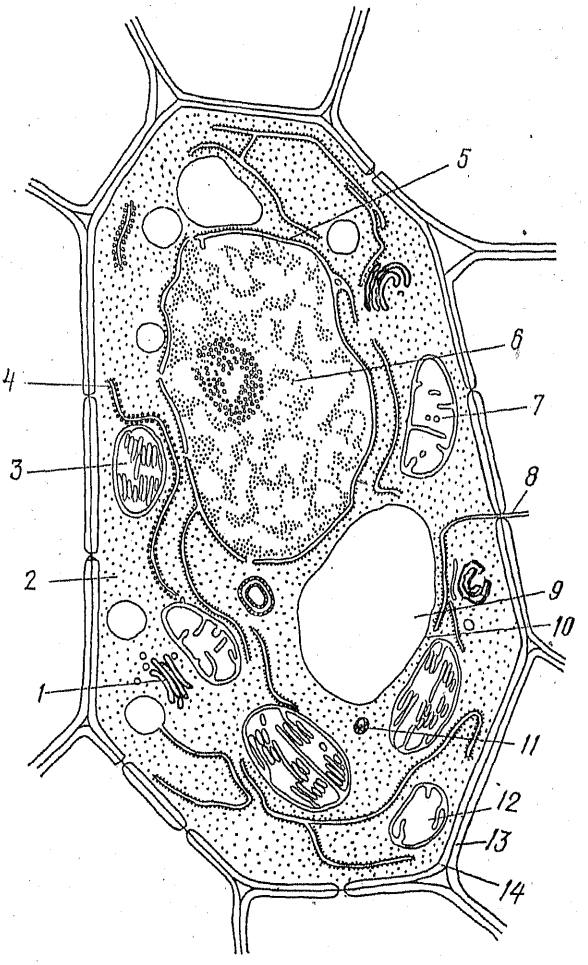


Рис. 3. Схема строения клетки (обобщенная):

1 — комплекс Гольджи; *2* — цитоплазма; *3* — хлоропласты; *4* — гранулярная эндоплазматическая сеть с рибосомами; *5* — оболочка ядра; *6* — ядро с ядрышком; *7* — митохондрии; *8* — плазмодесмы; *9* — вакуоль; *10* — тонопласт; *11* — лизосомы; *12* — пропластиды; *13* — клеточная оболочка; *14* — плазмалемма

их высокую функциональную специфичность, мы будем рассматривать их в качестве самостоятельных органоидов клетки (что соответствует более распространенным взглядам в этой области), не касаясь подробностей их происхождения, в котором до настоящего времени многое остается неясным и требует дальнейшего изучения.

Общая характеристика. В состав протопласта входят следующие клеточные органоиды (рис. 3): цитоплазма, эндо-

плазматическая сеть, рибосомы, митохондрии, ядро, пластиды, комплекс Гольджи, сферосомы, лизосомы, микротрубочки. Каждый органоид клетки приспособлен к выполнению определенной жизненно важной функции и играет специфическую роль в метаболизме (обмене веществ) клетки. Органоиды клетки отличаются весьма сложным и специфическим строением, но в основе своего строения все они имеют сходные структурные элементы — *мембраны*, *гранулы* и *фибриллы*. Кроме того, внутри органоидов обычно находится *матрикс* — бесструктурное основное вещество, чаще полужидкой консистенции, которое окружает структурные элементы.

Мембраны представляют собой тончайшие (около 12 нм) липопротеидные пленки, состоящие из жироподобных веществ (липидов) и белков (протеидов). Элементарная клеточная мембрана имеет трехслойное строение. Наружный и внутренний слои состоят из молекул белка, расположенных в один ряд; средний слой образован двумя рядами молекул липидов. Белковые молекулы придают мембранам механическую прочность и эластичность, образуя густую сеть, молекулы липидов полярны, вследствие чего располагаются правильными рядами, в которых заряженные полюса обращены в сторону белковых молекул (рис. 4).

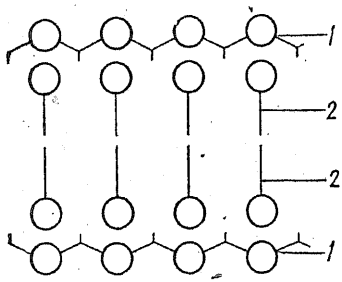


Рис. 4. Схема строения элементарной мембраны:

1 — молекулы белка; *2* — молекулы липида

Мембраны являются характерной особенностью всего протопласта и значительно увеличивают общую деятельную поверхность каждого органоида и всей клетки в целом. Различают наружные мембраны, которые окружают органоиды клетки с поверхности, и внутренние, разделяющие их полость на отдельные участки. В этих участках могут одновременно и независимо друг от друга протекать различные биохимические процессы. Наружные и внутренние мембраны свойственны всем органоидам клетки, за исключением рибосом, а также ядра́, в котором еще не обнаружены внутренние мембраны. Элементарная мембрана является универсальной структурой, присущей клеткам всех типов, и играет важную роль в строении клеточных органоидов и в осуществлении их физиологических функций.

Благодаря особенностям своего молекулярного строения элементарная мембрана обладает избирательной проницаемостью (полупроницаемостью), которая может меняться в зависимости от специфики обмена веществ и состояния клетки. Важнейшей функцией мембраны является регуляция обменных реакций между клеткой и окружающей ее средой, что обеспечивает поступление и выделение самых разнообразных веществ.

Помимо мембран, структурной основой большинства органоидов клетки являются гранулы, имеющие шаровидную форму, и фибриллы, которые представляют собой тончайшие нити различной длины.

Цитоплазма. В конце XVIII в. в клетках растений было обнаружено слизистое содержимое, долгое время считавшееся бесструктурным. Научное название «протоплазма» ему было дано лишь в 1839 г. чешским ученым Я. Пуркине. В настоящее время более употребительным стал термин «цитоплазма».

Цитоплазма является обязательной составной частью любой клетки. В ней осуществляются сложнейшие биохимические реакции и физиологические процессы, лежащие в основе жизнедеятельности организма.

Цитоплазма представляет собой полужидкое, прозрачное, бесцветное вещество, хорошо преломляющее свет. В молодой клетке она занимает всю полость, но затем вследствие более быстрого роста клеточной оболочки в цитоплазме появляются небольшие пространства — вакуоли, которые постепенно увеличиваются и в старых клетках обычно сливаются в одну крупную центральную вакуоль. В таких клетках цитоплазма образует только узкий постенный слой. В вакуолях скапливаются жидкие продукты обмена веществ клетки в виде клеточного сока. Цитоплазма отделена от клеточной оболочки и от вакуоли поверхностными мембранами. Мембрана, граничащая с оболочкой, получила название плазмалеммы, или эктопласта. Плазмалемма часто имеет волнистые контуры, а иногда образует складки, вдающиеся в клетку в виде узких канальцев. В плазмалемме имеются мельчайшие поры, через которые проходят ионы и молекулы определенной величины. На ней имеются ферменты, расщепляющие различные вещества. Плазмалемма участвует также в защитной функции, управляет проницаемостью клетки — поглощением и выделением веществ. Путем впячивания наружной мембраны внутрь цитоплазмы происходит как бы заглатывание капелек жидкости, окружающей клетку. Это явление получило название пиноцитоза. Таким способом клетка может поглощать высокомолекулярные соединения, проникновение которых иным путем затруднено. Плазмалемма тесно связана с оболочкой и внутренним содержимым клетки. Толщина плазмалеммы составляет около 7,5 нм.

Мембрана, окружающая вакуоль, называется тонопластом. Тонопласту, как и плазмалемме, присуща избирательная проницаемость и способность к активному проведению различных веществ.

Среднюю часть цитоплазмы, заключенную между поверхностными мембранами, обычно называют мезоплазмой. В мезоплазме различают основное бесструктурное вещество — матрикс, или гиалоплазму, — и находящиеся в нем структурные элементы в виде внутренних мембран и гранул.

Цитоплазма находится в постоянном движении, однако оно совершается очень медленно и при обычных условиях почти незаметно. Под действием некоторых раздражителей (повышенной температуры, химических веществ) движение цитоплазмы ускоряется, и его можно увидеть в обычный световой микроскоп. Различают 2 основных вида движения цитоплазмы — вращательное (круговое) и струйчатое. Вращательное движение характерно для клеток с большой центральной вакуолью, вокруг которой передвигается постенный слой цитоплазмы. В клетках некоторых водных растений (элодеи, валлиснерии) оно совершается со скоростью

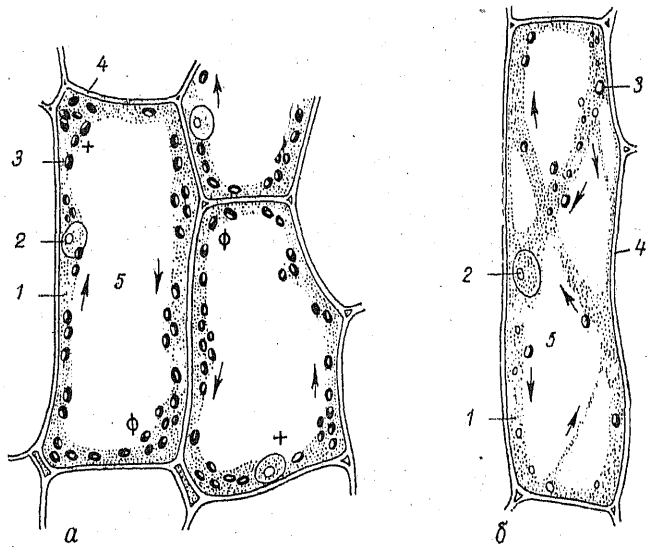


Рис. 5. Движение цитоплазмы:

а — вращательное; *б* — струйчатое; *1* — цитоплазма; *2* — ядро с ядрышком; 3 — хлоропласты; *4* — оболочка клетки; *5* — вакуоль

1...2 мм/с. Струйчатое движение присуще клеткам с несколькими вакуолями, разделенными тонкими участками цитоплазмы, которая движется отдельными струйками в различных направлениях (рис. 5). Существуют также фонтанирующее и колебательное движения. Фонтанирующее движение является промежуточным между круговым и струйчатым. Его можно наблюдать в клетках корневых волосков водокраса и некоторых других водных растений. При колебательном движении мелкие частицы цитоплазмы плавно скользят в одном направлении. Это наиболее простой вид движения цитоплазмы, наблюдаемый в клетках водорослей — спирогиры, клостериума и др. Предполагают, что из него возникли все остальные, более упорядоченные виды движения. Движение цитоплазмы является одним из ее жизненных свойств. Оно способствует лучшей транспортировке разнообразных веществ, обеспечи-

дает аэрацию клетки и тесно связано со всеми внутриклеточными процессами.

Жизненно важным свойством цитоплазмы является также полупроницаемость ее поверхностных мембран, регулирующая поступление в клетку и выделение из нее различных веществ.

Цитоплазма клетки не изолирована. Она сообщается с цитоплазмой соседних клеток посредством тончайших нитей — п л а з м о д е с м, которые переходят из одной клетки в другую через поры клеточной оболочки.

По своим физико-химическим свойствам цитоплазма является сложной системой гидрофильных коллоидов.

Коллоиды представляют собой дисперсную систему, в которой одно вещество сильно раздроблено и распределено в другом веществе в виде более или менее мелких частиц.

Коллоидные частицы цитоплазмы обладают способностью набухать, и она обычно представляет собой гидрозоль, т. е. коллоидную систему с преобладанием воды. При отдаче воды цитоплазма переходит в гель. Подобные переходы цитоплазмы из одного состояния в другое происходят в связи с различным физиологическим состоянием клеток растений. Например, затвердевание цитоплазмы наблюдается при созревании семян, разжижение — при их прорастании. Совокупность множества коллоидных частиц создает огромную общую поверхность цитоплазмы, что способствует осуществлению в ней разнообразных физико-химических процессов. При неблагоприятных условиях, например при высокой температуре (выше 60° С), цитоплазма свертывается, т. е. происходит необратимая коагуляция взвешенных частиц и выпадение их в виде осадка. Такое же явление наблюдается и при замораживании цитоплазмы, однако в этом случае коагуляция обычно является обратимой. При низком содержании воды, например в семенах, цитоплазма может выдерживать повышение температуры до 100° С.

Цитоплазма обладает вязкостью, т. е. способностью принимать различную форму, и эластичностью, благодаря которой она после деформации возвращается к исходному состоянию.

Х и м и ч е с к и й с о с т а в ц и т о п л а з м ы очень сложен. В него входят углерод, кислород, водород, азот, калий, кальций, сера, фосфор и другие элементы.

Главнейшими веществами, из которых состоит цитоплазма, являются сложные органические соединения — белки, липиды и нуклеиновые кислоты. Кроме того, в ней содержатся углеводы, минеральные вещества и вода.

В среднем в цитоплазме содержится (в процентах): воды — до 80, белков — 12, липидов — 5, нуклеиновых кислот — 2, углеводов — 2. Среди этих веществ решающая биологическая роль принадлежит белкам.

Белки образуются из более простых органических соединений — аминокислот и амидов. Из известных в настоящее время аминокислот только 20 являются мономерами белка. Группируясь в различ-

ных сочетаниях и располагаясь в разной последовательности, эти аминокислоты входят в состав белковых молекул в очень большом количестве. Поэтому молекулы белка весьма разнообразны и отличаются гигантскими размерами. Так, молекулярная масса фермента рибонуклеазы достигает 15 тыс., белка кукурузы — 50 тыс., белка сои — 480 тыс. и т. д. В состав цитоплазмы, как и всех других органоидов клетки, входят сложные белки, или протеиды, которые называются также конституционными белками. Протеиды представляют собой продукты соединения белков с веществами небелковой природы — липидами, углеводами, нуклеиновыми кислотами — и встречаются в виде липопротеидов, гликопротеидов, нуклеопротеидов и т. п. Липиды представляют собой большую группу разнообразных жироподобных веществ, общим свойством которых является их нерастворимость в воде. Они растворяются только в органических растворителях — эфире, хлороформе и т. п. К липидам относятся жиры, масла, воск, а также различные более сложные соединения, из которых особое биологическое значение имеют фосфолипиды, содержащие фосфор. Фосфолипиды входят в состав мембран и других структурных элементов клетки.

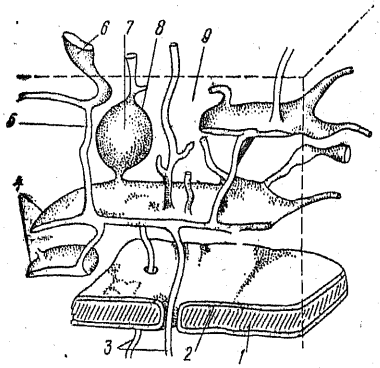


Рис. 6. Эндоплазматическая сеть:
1 — оболочка клетки; *2* — плазмалемма; *3* — плазмодесмы; *4* — мембраны эндоплазматической сети; *5* — каналец; *6* — цистерна; *7* — вакуоль; *8* — тонопласт; *9* — гиалоплазма

В сочетании с липидами белки образуют сложный липопротеидный комплекс, составляющий до 85% сухого вещества цитоплазмы.

Из нуклеиновых кислот в цитоплазме обычно содержится небольшое количество рибонуклеиновой кислоты (РНК). Химический состав цитоплазмы не является постоянным и может изменяться в зависимости от типа клетки, ее физиологического состояния и от особенностей окружающей среды.

Эндоплазматическая сеть. С помощью электронного микроскопа К. Р. Портер и его сотрудники в 1945 г. обнаружили в гиалоплазме клетки систему взаимосвязанных мембран, образующих канальцы, пузырьки и цистерны, заполненные жидким содержимым (рис. 6). Эта система мембран получила название эндоплазматической сети. Она пронизывает гиалоплазму во всех направлениях и связана как морфологически, так и функционально с поверхностными мембранами цитоплазмы и ядра, а также со всеми остальными органоидами клетки и вакуолями. Это способствует обмену веществ между внешней средой и протопластом клетки, а также между его отдельными органоидами.

Каналы эндоплазматической сети вместе с цитоплазмой проникают из одной клетки в другую, следовательно, эндоплазматическая сеть организма является непрерывной.

Благодаря большой мембранной поверхности эндоплазматическая сеть обладает повышенной физиологической активностью. На ее мембранах имеются многочисленные ферменты, участвующие в различных биохимических процессах.

Различают 2 типа эндоплазматической сети — гладкую и шероховатую (гранулированную). На мембранах гладкой сети образуются различные вещества небелковой природы (жиры, углеводы и др.). На мембранах шероховатой сети расположены мельчайшие гранулы — рибосомы, при участии которых здесь осуществляется синтез белков. По каналам эндоплазматической сети передвигаются различные продукты обмена веществ.

Степень развития эндоплазматической сети, как и форма ее канальцев и цистерн, непостоянны, они варьируют в зависимости от типа и состояния клетки. Имеются наблюдения, свидетельствующие о том, что эндоплазматическая сеть может выполнять функции митохондрий, если они почему-либо прекращают свою деятельность.

Рибосомы. Эти органоиды были обнаружены с помощью электронного микроскопа в 1953 г. Г. Паладом, Ф. Шестрандом и др. Большой вклад в изучение строения и функций рибосом внес советский ученый А. С. Спирин. Рибосомы представляют собой мельчайшие шаровидные или слегка уплощенные тельца диаметром около 15 нм. Особенностью их строения является желобок, который делит их на большую и малую субъединицы. Обычно рибосомы прикрепляются к внутриклеточным мембранам большой субъединицей, причем желобок располагается параллельно мембране. Мембранное строение в рибосомах не выявлено. Рибосомы свободно лежат в гиалоплазме, а также в большом количестве прикрепляются к наружным поверхностям мембран эндоплазматической сети и ядра. Они часто образуют комплексы в виде розеток или спиралей. Такие комплексы из 5...70 рибосом называются полирибосомами.

Химический состав рибосом различных организмов очень сходен и характеризуется содержанием белка и рибонуклеиновой кислоты (РНК), которые присутствуют в рибосомах примерно в равном количестве и тесно переплетаются внутри обеих субъединиц. В рибосомах осуществляется важнейшая функция клетки — биосинтез белка. Рибосомы, связанные с эндоплазматической сетью, функционируют более активно, чем рибосомы, свободно лежащие в цитоплазме. Синтез белка может идти не только в изолированных рибосомах, но осуществляется также комплексами рибосом, функционирующими упорядоченно и согласованно.

Митохондрии. Это наиболее мелкие органоиды клетки из видимых в световой микроскоп. Они были впервые обнаружены В. Флеммингом и Р. Альтманом в конце XIX в., но их функции и ультраструктура детально изучены лишь в середине XX в. Г. Па-

ладом и другими исследователями с помощью электронной микроскопии.

Термин «митохондрии», как и малоупотребительный в настоящее время «хондриосомы», был предложен в конце XIX в. К. Бенда, которому принадлежит первое подробное описание этого органоида. В растительных клетках они впервые были обнаружены Ф. Мевесом в 1904 г. Митохондрии погружены в цитоплазму и имеют шаровидную или продолговатую форму. Длина их составляет около 1500 нм, диаметр — около 500 нм. Количество митохондрий в клетке варьирует от 50 до 5000, в среднем их обычно содержится несколько сотен.

Митохондрии имеют оболочку, состоящую из наружной и внутренней мембран, пространство между которыми заполнено водянистой жидкостью. От внутренней мембраны в полость митохондрии, содержащую полужидкий матрикс, вдаются выступы — к р и с т ы, значительно увеличивающие ее общую активную поверхность.

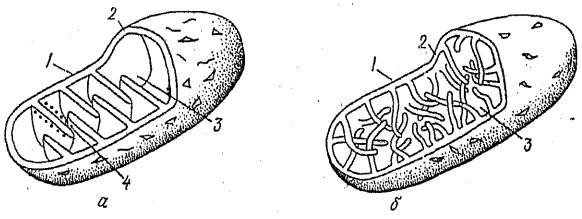


Рис. 7. Митохондрии:

а — с плоскими кристами; *б* — с трубчатыми кристами; *1* — наружная мембрана; *2* — внутренняя мембрана; *3* — матрикс; *4* — оксисомы

Кристы могут быть в виде пластинок или трубочек, простые или разветвленные (рис. 7), иногда они имеют булавовидную форму. В растительных клетках чаще встречаются митохондрии с трубчатыми кристами.

Митохондрии обычно тесно связаны с участками эндоплазматической сети и наружной ядерной мембраной, что способствует обмену веществ между митохондриями, цитоплазмой и ядром. В состав митохондрий входят белки, фосфолипиды, РНК, ферменты и витамины. Митохондрии меняют свое положение в клетке, увлекаемые токами цитоплазмы, а также благодаря активному перемещению. Они могут размножаться простым делением. Функция митохондрий состоит в осуществлении окислительных процессов и в освобождении потенциальной энергии, заключенной в питательных веществах. В митохондриях накапливается энергетически богатое вещество — аденозинтрифосфат (АТФ), которое является конечным продуктом ряда сложнейших реакций.

АТФ представляет собой главный источник энергии, за счет которой осуществляется вся жизнедеятельность клетки. Молекулы АТФ играют роль своеобразного биологического аккумулятора энергии. Из этого соединения энергия легко высвобождается и

используется для различных физиологических процессов. АТФ доставляет энергию, необходимую для движения клетки, для синтеза разнообразных органических соединений, для всасывания и выделения клеткой различных веществ и т. п.

Комплекс, или аппарат, Гольджи (диктиосомы). Этот органоид был обнаружен в животных клетках в 1898 г. итальянским ученым К. Гольджи и в течение продолжительного времени считался их характерной особенностью в отличие от клеток растений. Однако применение электронного микроскопа позволило в 1957 г. К. Р. Портеру, Р. Бюва и др. выявить подобные образования и в растительных клетках, где их часто называют диктиосомами.

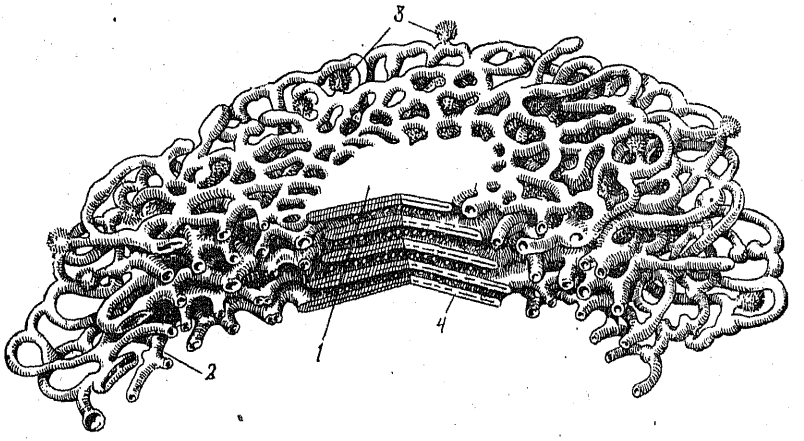


Рис. 8. Комплекс Гольджи (трехмерная схема):
1 — цистерны; *2* — каналы; *3* — пузырьки; *4* — мембрана

Комплекс Гольджи имеет мембранную структуру и состоит из трех компонентов: плоских мешочков, или цистерн, расположенных параллельно; связанных с ними трубочек, образующих густую сеть, и пузырьков, которые замыкают концы трубочек (рис. 8). Количество пузырьков зависит от состояния клетки и возрастает по мере увеличения ее активности. Для многих растительных клеток характерно более сильное развитие цистерн.

Комплекс Гольджи отличается большим разнообразием форм и изменяется в процессе онтогенеза клетки, причем в молодых клетках он представлен в значительно большем количестве, чем в старых. Обычно он соединен с эндоплазматической сетью, а также часто располагается около ядра. Функцией комплекса Гольджи является накопление в цистернах, а затем выведение из клетки (секреция) таких веществ, как вода, сахара, эфирные масла, слизи и др. Часто с его помощью удаляются из клеток продукты распада. Комплекс Гольджи участвует в синтезе углеводов, формировании клеточной

оболочки и новых участков плазмалеммы, а также играет важную роль в образовании вакуолей.

Клеточное ядро. В качестве постоянной структуры растительных клеток ядро было впервые описано в 1831 г. Р. Броуном. Оно является обязательной составной частью протопласта (за исключением некоторых низших растений — отдельных видов бактерий, сине-зеленых водорослей, в клетках которых ядро присутствует в распыленном состоянии в виде частиц ядерного вещества). Применение электронного микроскопа и специальных красителей позволило установить наличие ядра у большинства бактерий, считавшихся до недавнего времени лишенными настоящих ядер.

Растительные клетки обычно содержат одно ядро, но у низших растений (грибов, водорослей) клетки бывают часто двухъядерными и многоядерными. Ядро всегда погружено в цитоплазму, и положение его в клетке меняется в зависимости от возраста и строения клетки: в молодых клетках ядро занимает центральное положение, в более старых клетках, имеющих одну крупную вакуоль, оно находится в постенном слое цитоплазмы около оболочки.

Ядро обладает способностью к активному движению и передвигается к наиболее деятельным участкам клетки. В некоторых клетках оно постоянно совершает маятникообразные, или колебательные, движения.

Ядро является самым крупным органоидом клетки, размеры его колеблются от 0,5 мкм у некоторых грибов до 1,5 мм и более у представителей семейства цикадовых. Чаще всего клеточные ядра имеют размер 5...25 мкм.

Форма ядра чаще шаровидная или слегка вытянутая, однако нередко оно приобретает амебовидную или разветвленную форму. Такая форма значительно увеличивает поверхность ядра, что способствует более интенсивному взаимодействию между ядром и цитоплазмой.

Ядро клетки обладает очень сложной внутренней структурой, которая, как и его форма, не остается постоянной, а изменяется в процессе жизнедеятельности клетки. Как и цитоплазма, оно представляет собой систему коллоидов, но более плотной и вязкой консистенции. Оно не смешивается с цитоплазмой и не растворяется в ней.

По химическому составу ядро отличается от цитоплазмы тем, что содержит особые белки — нуклеопротеиды, т. е. сложные соединения нуклеиновых кислот с белками, которые, кроме углерода, водорода, кислорода, азота и серы, содержат фосфор. В состав ядра входят также вода, липиды и минеральные соли, преимущественно кальция и магния.

Нуклеиновые кислоты получили свое название от латинского слова нуклеус — ядро. Они были открыты в 1869 г. немецким ученым Ф. Мишером, выделившим их из ядер клеток животных. Однако наиболее интересные данные, касающиеся строения молекул, свойств и биологической роли нуклеиновых кислот, были получены лишь в начале 50-х годов XX в.

Различают 2 основных типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) и рибонуклеиновую кислоту (РНК). Из растений ДНК была впервые выделена А. Н. Белозерским в 1936 г.

Нуклеиновые кислоты являются полимерами и состоят из большого количества мономеров, называемых нуклеотидами. Каждый нуклеотид содержит 3 составные части: углевод (остаток сахара), фосфорную кислоту и азотистое основание. Нуклеотиды способны образовывать длинные цепи, соединяясь друг с другом в различной последовательности.

Строение молекулы ДНК было расшифровано Д. Уотсоном и Ф. Криком в 1953 г. Она представляет собой двойную спираль, в которой основу продольных нитей составляют углевод (сахар дезоксирибоза) и фосфорная кислота. Продольные нити соединены между собой попарно расположенными азотистыми основаниями (рис. 9). В состав молекулы ДНК входят 4 азотистых основания — аденин, тимин, гуанин и цитозин, но их количество и возможность разнообразных комбинаций огромны. Так, например, участок ДНК фага содержит около 200 тыс. нуклеотидов. Для ДНК характерны самые крупные из известных сейчас молекул, ее молекулярная масса в некоторых вирусах достигает 150 млн.

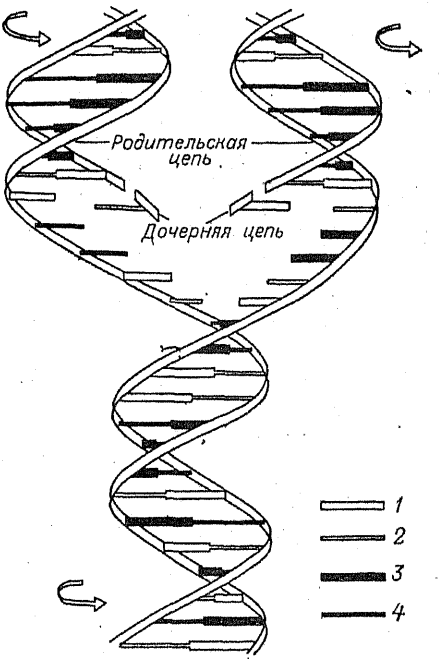


Рис. 9. Схема строения и редупликации молекулы ДНК по Д. Уотсону и Ф. Крику: *1* — гуанин; *2* — цитозин; *3* — аденин; *4* — тимин

Молекулы ДНК отличаются одна от другой порядком чередования нуклеотидов. Их определенное сочетание обусловливает порядок расположения аминокислот в белке и является генетическим кодом. Количество нуклеотидов и их последовательность строго специфичны и отражают особенности белковых молекул, характерные для данного организма.

Молекула ДНК обладает особым, только ей присущим свойством — способностью к самоудвоению, или редупликации (репликации). Сущность редупликации состоит в том, что при определенных условиях нити двойной спирали ДНК разъединяются, и каждая достраивает утраченную спираль из имеющихся в клетке

свободных нуклеотидов. Способность ДНК к редупликации лежит в основе размножения всех организмов и обусловливает передачу наследственных особенностей последующим поколениям.

Количество ДНК в ядре строго постоянно для каждого вида организмов.

Молекула РНК не имеет двойной спирали, нить ее значительно короче, чем нити ДНК. Она состоит из 4...6 нуклеотидов и отличается гораздо меньшей молекулярной массой. Вместо тимина в состав молекулы РНК входит урацил, углевод представлен сахаром рибозой. Количество РНК может варьировать в зависимости от состояния клетки и интенсивности синтеза белка. Известно 3 вида РНК: информационная, транспортная и рибосомная, причем все они синтезируются при обязательном участии молекулы ДНК.

Ядро состоит из ядерной оболочки, хромосом, ядерного сока и одного или нескольких ядрышек. Мембраны внутри ядра не обнаружены.

Ядерная оболочка очень тонка. Она состоит из двух поверхностных мембран — наружной и внутренней, которые расположены на некотором расстоянии одна от другой, образуя околоядерное пространство. Наружная мембрана снабжена порами и выростами, соединяющимися с эндоплазматической сетью, что свидетельствует о тесном контакте между ядром и цитоплазмой и имеет большое значение в жизнедеятельности клетки. К наружной ядерной мембране часто прикрепляются рибосомы, придавая ей шероховатость. Оболочка ядра не является его постоянной составной частью. В неделящемся ядре она выражена четко, но в процессе деления ядерная оболочка исчезает и формируется вновь при образовании дочерних ядер.

Хромосомы являются главной составной частью ядра. В неделящемся ядре хромосомы выражены менее резко, чем при делении, когда они хорошо видны в обычный световой микроскоп. Это давало основание считать, что хромосомы в делящемся ядре каждый раз возникают заново. Однако благодаря применению электронных и фазово-контрастных микроскопов было установлено, что хромосомы являются обязательным и постоянным компонентом ядра независимо от физиологического состояния клетки.

Хромосомы состоят из особого вещества — хроматина, который представляет собой нуклеопротеид, т. е. соединение белка и нуклеиновых кислот, находящихся примерно в равном количестве.

Вся ядерная ДНК локализована в хроматине. Хромосомы были впервые описаны в 1875 г. Э. Страсбургером, установившим, что при делении ядра в нем всегда появляются характерные нитевидные структуры. Свое название они получили благодаря способности интенсивно окрашиваться основными красителями. Форма хромосом разнообразна — продолговатая, изогнутая, шаровидная. Каждая хромосома состоит из двух длинных, спирально закрученных нитей — хромонем, в состав которых входит ДНК. Хромонемы по всей длине имеют уплотненные участки — хромомеры, которые

различаются между собой по величине, форме, содержанию ДНК и расположению на хромонемах, которым они придают определенный рисунок (рис. 10). Поскольку основу строения хромосомы составляет молекула ДНК, вся наследственная информация, закодированная в ней, локализована в хромосомах. При редупликации ДНК происходит самоудвоение каждой хромосомы и образуются 2 хроматиды, которые при делении ядра поровну распределяются между дочерними клетками. Следовательно, передача наследственных признаков одного организма другому осуществляется посредством хромосом.

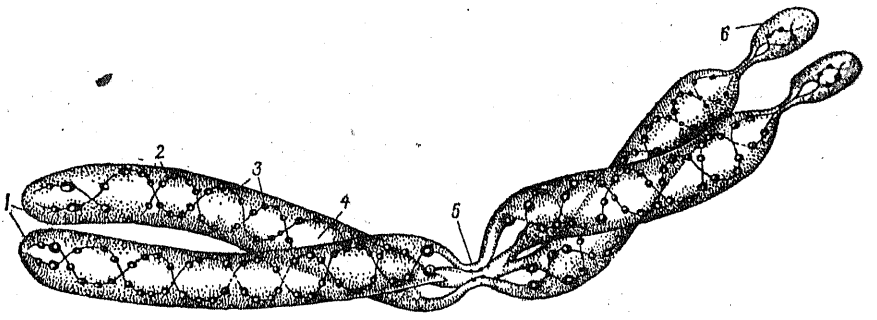


Рис. 10. Строение хромосомы:

1 — две хроматиды; *2* — две хромонемы; *3* — хромомеры; *4* — матрикс; *5* — центромера; *6* — спутник

У подавляющего большинства организмов различают соматические и половые клетки, которые различаются не только по строению и выполняемым функциям, но и по количеству содержащихся в них хромосом. Соматическими называются все клетки, из которых состоит тело организма. В этих клетках все хромосомы присутствуют обычно попарно, т. е. каждый тип хромосомы представлен двумя совершенно одинаковыми (гомологичными) хромосомами, число которых, как и количество ДНК, является определенным и постоянным для вида и сохраняется из поколения в поколение. Набор хромосом, состоящий из нескольких пар гомологичных хромосом, называется двойным, или диплоидным, и обозначается условно $2n$.

В половых клетках содержится также строго определенное число хромосом, но в 2 раза меньше, чем в соматических, так как представлены хромосомы в этих клетках не попарно, а одиночно. Набор одиночных хромосом называется одинарным, или гаплоидным, и условно обозначается n. Следовательно, соматические клетки являются, как правило, диплоидными, а половые — всегда гаплоидны.

Диплоидный набор хромосом у разных видов растений весьма различен: у ржи $2n = 14$, у мягкой пшеницы $2n = 42$, у твердой

пшеницы $2n = 28$ и т. д. В половых клетках ржи $n = 7$, мягкой пшеницы $n = 21$, твердой пшеницы $n = 14$.

Изменение числа хромосом, свойственного тому или иному виду растений, может произойти только в результате влияния на клетки каких-либо резких воздействий.

Ядерный сок, или матрикс (нуклеоплазма) — обязательная составная часть ядра. Он представляет собой гомогенную массу более жидкой консистенции, чем погруженные в него структурные элементы. В ядерном соке содержатся разнообразные вещества, среди которых ведущая роль принадлежит различным ферментам.

Ядрышко по сравнению с ядром отличается более плотной консистенцией, чаще всего имеет сферическую форму и располагается в центральной или нижней части ядра. В большинстве случаев в ядре имеется 1 или 2 ядрышка, но бывает и значительно больше, причем количество ядрышек является видовым признаком.

С помощью электронного микроскопа в большинстве ядрышек удается различить аморфную часть — матрикс — и погруженные в него гранулы и фибриллы, толщина которых не превышает 8...10 нм. И гранулы, и фибриллы содержат рибонуклеопротеиды, из которых синтезируются рибосомы. Мембрана, отграничивающая ядрышко от ядра, до настоящего времени не обнаружена. С ядрышком тесно связан расположенный вокруг него хроматин, часто образующий уходящие в ядрышко ответвления. Ядрышко содержит большое количество РНК и белков, являясь центром их синтеза в ядре и участвуя в образовании рибосом. В отличие от хромосом ядрышко в процессе деления клетки растворяется и вновь образуется при формировании дочерних клеток.

Ядро является центральным органоидом клетки, направляющим всю ее жизнедеятельность. Оно участвует в образовании поверхностных мембран цитоплазмы и клеточной оболочки, обеспечивает формирование эндоплазматической сети, ему принадлежит ведущая роль в передаче наследственных особенностей организма при делении клеток. Ядро управляет также биосинтезом белка, что осуществляется посредством синтезируемой в нем информационной РНК. Она переходит затем в цитоплазму, где связывается с рибосомами и направляет синтез белковых молекул в соответствии с зашифрованной в ДНК генетической информацией. Аминокислоты, необходимые для синтеза молекул белка, доставляются на рибосомы из цитоплазмы транспортной РНК (рис. 11).

Как показали исследования И. И. Герасимова, проведенные им в 1890 г., безъядерные клетки существовать не могут. Воздействуя на делящиеся клетки водоросли спирогиры низкими температурами, И. И. Герасимов нарушал нормальное течение процесса деления и получал безъядерные и двухъядерные (полиплоидные) клетки. В дальнейшем судьба клеток была совершенно различна. Двухъядерные клетки очень быстро росли, по размеру были вдвое больше обычных клеток и нормально размножались. Безъядерные клетки пер-

вое время сохраняли жизнеспособность, но значительно отставали в росте, не были способны к размножению и вскоре погибали.

Пластиды. Эти органоиды являются характерной особенностью растительных клеток и отсутствуют только у некоторых примитивных растений: бактерий, слизевиков, грибов. Первое упоминание о пластидах относится к 1676 г. и принадлежит А. Левенгуку. В 1882 г. пластиды были подробно описаны А. Шимпером (который дал им их современное название), а затем многими другими исследователями.

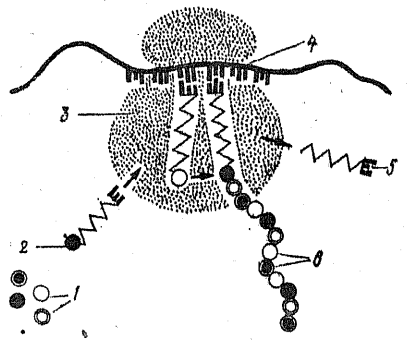


Рис. 11. Схема биосинтеза белка на рибосоме:

1 — аминокислоты; *2* — транспортная РНК с аминокислотой; *3* — рибосома; 4 — информационная РНК; 5 — транспортная РНК; *6* — молекула белка

Пластиды, как и ядро, всегда погружены в цитоплазму. Размеры их колеблются в пределах от 3 до 12 мкм. В клетках водорослей обычно имеются одиночные пластиды разнообразной формы — звездчатые, пластинчатые, серповидные или в виде спиральных лент. Такие пластиды, как правило, отличаются крупными размерами, нередко занимают всю полость клетки и называются хромато форами (носителями окраски). У высших растений пластиды значительно мельче и число их в отдельных клетках колеблется от 20 до 100. Пластиды могут размножаться простым делением, которое протекает очень медленно и продолжается обычно несколько дней.

В зависимости от окраски и физиологической функции пластиды подразделяются на хлоропласты, хромопласты и лейкопласты (рис. 12).

Хлоропласты были описаны итальянским ученым А. Компаретти в 1791 г. Они содержат пигмент хлорофилл, который придает им характерную зеленую окраску. Образование хлорофилла может происходить только в присутствии света и при наличии железа, играющего роль катализатора. Растения, выращенные в темноте, имеют бледную окраску и называются этиолированными.

В настоящее время известно 5 форм хлорофилла — *a*, *b*, *c*, *d* и *e*, — которые несколько отличаются друг от друга своим химическим составом и оттенком. Более широко распространены хлорофилл *a* и хлорофилл *b*, выделенные в 1902 г. русским ученым М. С. Цветом. Хлорофилл *a* ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) имеет синий оттенок, он обнаружен у всех зеленых растений, причем содержится в значительно большем количестве, чем все остальные формы хлорофилла. Желто-зеленый хлорофилл *b* ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) присутствует в хлоропластах всех высших растений, но не выявлен у многих водорослей. Другие формы хлорофилла встречаются сравнительно редко. В настоящее

время разработан способ получения хлорофилла синтетическим путем в лабораторных условиях.

В хлоропластах присутствует также оранжево-красный пигмент каротин и желтый — ксантофилл, которые при обычных условиях незаметны, так как хлорофилл подавляет их проявление. В хлоропластах обнаружено небольшое количество ДНК и РНК.

Хлоропласты чаще всего имеют дисковидную форму. Они способны к активному движению и могут менять свое положение в клетке в зависимости от условий освещения и под влиянием химических,

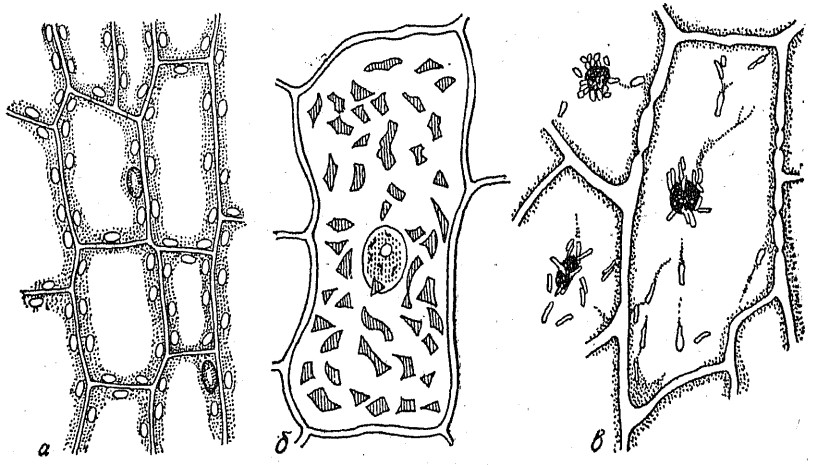


Рис. 12. Пластиды:

а — хлоропласты; *б* — хромопласты; *в* — лейкопласты

механических или температурных раздражителей. Хлоропласт отличается весьма сложной структурой, которая была выявлена только в результате применения электронного микроскопа. На поверхности хлоропласта находится двойная мембрана, снабженная мельчайшими отверстиями, посредством которых осуществляется контакт хлоропластов с эндоплазматической сетью и обмен веществ между хлоропластами и цитоплазмой.

Под мембраной находится бесцветное основное вещество хлоропласта — матрикс, или строма, в состав которого входит железо. Строма пронизана сложной системой внутренних мембран, образующих особые пластинки — л а м е л л ы. Ламеллы местами переходят в дисковидные замкнутые мешочки — т и л а к о и д ы, собранные в плотные столбики — г р а н ы, которые расположены перпендикулярно к поверхности хлоропласта (рис. 13). Число тилакоидов в гранах очень различно и варьирует в широких пределах. В гранах сосредоточена основная масса хлорофилла, заключенного между липидным и белковым слоями тилакоидных мембран.

Количество гран в хлоропласте колеблется от 20 до 2000 и зависит от вида растения, а также от возраста и активности хлоропластов. Размеры хлоропластов составляют 4...9 мкм в диаметре. Благодаря хлорофиллу, способному поглощать лучистую энергию солнца, в хлоропластах совершается важнейший физиологический процесс — фотосинтез. Структура хлоропластов прекрасно приспособлена к выполнению ими функции фотосинтеза и обеспечивает значительное увеличение общей активной поверхности хлоропластов. Суммарная поверхность хлоропластов растений очень велика, например, на 1 га посева люцерны она достигает площади 17 000 га.

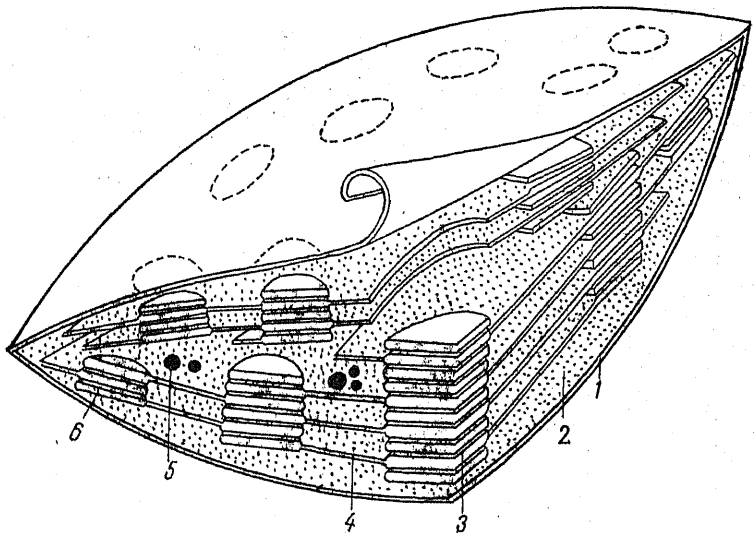


Рис. 13. Схема строения хлоропласта шпината:

1 — двойная мембрана; *2* — строма (матрикс); *3* — грана; *4* — ламелла; *5* — капли жира; *6* — отдельный тилакоид

Структура хлоропласта не остается постоянной и изменяется в процессе роста клетки. В молодых клетках хлоропласты имеют тонкогранулярную структуру, в более старых клетках их структура становится крупногранулярной. По мере дальнейшего старения происходит нарушение структуры и деградация хлоропластов, сопровождающаяся разрушением хлорофилла.

Хромопласты — пластиды желтого или красно-оранжевого цвета. Их окраска обусловлена присутствием ксантофилла ($C_{40}H_{56}O_2$), каротина ($C_{40}H_{56}$), ликопина ($C_{40}H_{56}$) и других каротиноидов — пигментов, близких по химическому составу к каротину, которых в настоящее время известно более 50. В хромопластах также содержится РНК. Для хромопластов характерно разнообразие формы, которая зависит от их происхождения, вида растения и состояния находящихся в них пигментов. Форма хромопласта в ос-

новном определяется формой кристаллизующегося пигмента, который составляет главную массу пластиды; она может быть шаровидной, палочковидной, треугольной и др. Величина хромопластов различна, наиболее крупные достигают 10...12 мкм. В последнее время удалось установить, что хромопласты, как и зеленые пластиды, имеют на поверхности элементарные мембраны, которые связаны с внутренними мембранами, пронизывающими гранулярный матрикс.

Роль хромопластов в жизнедеятельности клетки еще недостаточно изучена. В хромопластах синтезируются и накапливаются разнообразные пигменты. Кроме того, им приписывается роль светофильтра для хлоропластов при фотосинтезе, а также они осуществляют накопление питательных веществ и другие функции. Косвенное их значение в жизни растений заключается в том, что, придавая яркую окраску цветкам и плодам, они способствуют привлечению насекомых и птиц. Насекомые, посещая цветки, осуществляют перекрестное опыление, а птицы, питаясь мякотью плодов, разносят при этом семена, благодаря чему происходит распространение растений и заселение ими новых территорий. Многое в строении и функциях хромопластов пока остается неясным.

Хромопласты возникают чаще всего из хлоропластов в результате их деградации и разрушения хлорофилла, что наблюдается при созревании плодов, осеннем пожелтении листьев и других подобных процессах. При отсутствии хлорофилла окраска пигментов хромопластов проявляется отчетливо. Возможно возникновение хромопластов также и из бесцветных пластид — лейкопластов, как это наблюдается в корнеплоде моркови, а также из пропластид.

Хромопласты встречаются почти во всех органах растений, но чаще всего они окрашивают цветки, плоды и листья.

Лейкопласты являются наиболее мелкими из всех типов пластид и не содержат пигментов. Это бесцветные пластиды шаровидной, палочковидной или веретеновидной формы. Лейкопласты окружены двойной мембраной, внутренняя мембранная система у них развита слабо. Лейкопласты обычно группируются вокруг клеточного ядра. Они встречаются в бесцветных клетках корней, корневищ и клубней, а также в семенах и других органах растений. Основной функцией лейкопластов является накопление питательных веществ — крахмала, белка и масла. Преобладающим типом лейкопластов являются амилопласты, т. е. накопители запасного крахмала. Другой тип лейкопластов — протеопласты — осуществляет синтез запасного белка (протеина), который накапливается в семенах многих растений. Существуют также олеопласты, в которых происходит накопление масла. Иногда в одном лейкопласте происходит накопление и крахмала и масла.

Исходной формой пластид являются пропластиды. В отличие от других сходных образований — митохондрий — пропластиды имеют несколько иную форму, более крупные размеры, а также характеризуются отсутствием внутренних мембранных структур. На поверхности пропластиды расположена двойная мембрана, а

внутри находится матрикс. В клетках различных тканей пропластиды характеризуются определенными особенностями.

На свету из пропластид образуются хлоропласты, а в неосвещенных частях растения — бесцветные пластиды — лейкопласты. Хромопласты развиваются из хлоропластов и лейкопластов, но, по некоторым данным, они могут образовываться и непосредственно из пропластид.

Все типы пластид генетически связаны между собой, и при определенных условиях возможны их взаимные превращения. Так, при пожелтении листьев и созревании плодов наблюдается деградация хлорофилла и происходит превращение хлоропластов в хромопласты; в клубнях картофеля на свету лейкопласты переходят в хлоропласты, наблюдается также и обратный переход хлоропластов в лейкопласты вследствие утраты пластидами хлорофилла.

Сферосомы. Они представляют собой шаровидные тельца, находящиеся в цитоплазме. Размер их колеблется от 0,2 до 1,3 мкм. На поверхности сферосом находится мембрана, внутренняя часть представлена матриксом в виде белковой стромы, содержащей специфические ферменты. Функция сферосом состоит в накоплении жиров. Постепенно матрикс вытесняется жиром, и зрелая сферосома представляет собой каплю жира, окруженную мембраной (рис. 14).

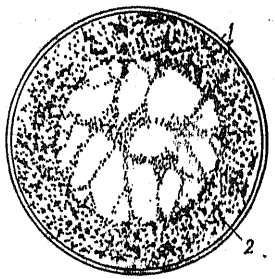


Рис. 14. Сферосома:
1 — мембрана; *2* — капля масла

Лизосомы. Среди других внутриклеточных структур лизосомы были выделены в середине XX в. К. де Дювом. По размеру они близки к сферосомам (около 0,4 мкм). Внутри лизосомы находится матрикс, в центре которого расположена вакуоль, содержащая гидролитические ферменты, вызывающие лизис (расщепление) органических веществ. На поверхности лизосом находится плотная мембрана, которая препятствует проникновению ферментов в цитоплазму, так как это привело бы к разрушению и гибели самой клетки. Лизосомы — типичные органоиды животных клеток, наличие их в клетках растений некоторые авторы отрицают.

Микротрубочки. Микротрубочки около 2,5 мкм длиной и 0,02...0,03 мкм в диаметре были обнаружены в гиалоплазме растительных клеток в середине 60-х годов XX в. Они располагаются обычно у плазмалеммы, и им приписывается опорная функция, благодаря которой поддерживается определенная форма клеток. Отмечено, что по ним циркулирует жидкость, но окончательно роль их в клетке еще не установлена.

Внутриклеточные включения. Характерной особенностью живой материи является способность к постоянному обмену веществ, который складывается из реакций синтеза (ассимиляции) и реакций

распада (диссимиляции). Растительные клетки отличаются интенсивной синтетической деятельностью, причем синтез может быть первичным и вторичным. При первичном синтезе происходит образование органических веществ из минеральных. Он идет при участии энергии солнца и называется, как известно, фотосинтезом. При вторичном синтезе осуществляется преобразование органических соединений — из сахара образуется крахмал, из аминокислот — белки и т. п. Вторичный синтез протекает без доступа света, за счет внутриклеточной энергии, которая выделяется при окислительных процессах (дыхании) в клетке. Наряду с реакциями синтеза в клетках совершается процесс расщепления веществ на более простые соединения, многие из которых не участвуют в дальнейшем метаболизме. В результате в клетке появляются различные продукты распада (катаболиты*). Все вещества, вырабатываемые протопластом в результате его жизнедеятельности, составляют группу внутриклеточных включений.

Вещества, нерастворимые в воде, образуют в клетках оформленные включения в виде капель, зерен, кристаллов. Растворимые продукты обмена входят в состав клеточного сока, который накапливается в вакуолях и относится к жидким (неоформленным) включениям клетки. Включения не являются постоянными компонентами, они могут появляться и исчезать в зависимости от физиологического состояния клетки.

В соответствии с ролью и значением в жизнедеятельности клетки все внутриклеточные включения можно подразделить на 3 группы: запасные питательные вещества, продукты распада (катаболиты) и физиологически активные вещества клетки.

Запасные питательные вещества. Накопление большого количества питательных веществ является особенностью растительных клеток. Эти вещества частично используются клеткой как энергетический материал, окисляясь в процессе дыхания, в результате чего освобождается энергия, необходимая для всех протекающих в клетке жизненных процессов. Кроме того, из запасных питательных веществ образуются конституционные вещества, идущие на построение тела растений. Запасные питательные вещества встречаются в растительных клетках в виде углеводов, белков и жиров.

Углеводы в растительных клетках присутствуют в виде полисахаридов, дисахаридов и моносахаридов. Полисахариды представлены в основном крахмалом, однако встречаются также гликоген, инулин и гемицеллюлоза (полуклетчатка). Крахмал является одним из наиболее распространенных углеводов, накапливающихся в клетках растений в качестве запасного питательного вещества. В его образовании обязательно участвуют пластиды. По происхождению в растениях различают крахмал ассимиляцион-

* Катаболизм — распад, диссимиляция.

ный (первичный), запасной (вторичный) и транзиторный (передаточный).

Ассимиляционный крахмал синтезируется в зеленых частях растений и является одним из первоначальных продуктов фотосинтеза. Образование ассимиляционного крахмала возможно только в присутствии света и хлоропластов, в которых он откладывается в виде мельчайших зерен шаровидной или палочковидной формы. Однако накопление крахмала в зеленых органах растений в большом количестве, как правило, не происходит. Образовавшийся в них ассимиляционный крахмал под действием фермента амилазы переводится в растворимую форму, т. е. гидролизуется до сахара, который и транспортируется в запасающие органы растения, специально приспособленные для накопления питательных веществ. В этих органах из притекающих к ним сахаров в присутствии фермента амилосинтеазы снова образуется крахмал — вторичный, или запасной. Запасной крахмал накапливается в клубнях, корневищах, корнях, семенах и других органах растений. Особенно много крахмала содержится в клубнях картофеля (12...20%), семенах риса (60...80%), кукурузы (65...75%), пшеницы (60...70%). Образование вторичного крахмала осуществляется при участии бесцветных пластид лейкопластов и может проходить без доступа света. Запасной крахмал находится в клетках растений в виде зерен различной величины — от 0,002 до 0,15 мм в диаметре. По форме они бывают шаровидные, чечевицеобразные, эллиптические, палочковидные и т. п.

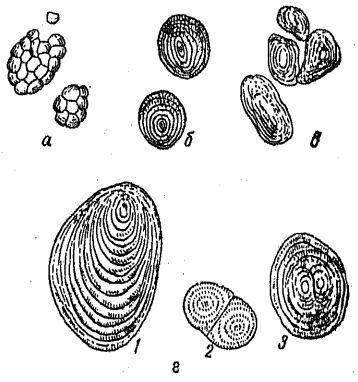


Рис. 15. Крахмальные зерна:
а — овса; *б* — пшеницы; *в* — гороха; *г* — картофеля; *1* — простое зерно; *2* — сложное зерно; *3* — полусложное зерно

Образование крахмального зерна начинается с возникновения в лейкопласте образовательного центра, вокруг которого стромой лейкопласта слоями откладывается вещество крахмала. Слои содержат различное количество воды и имеют различный коэффициент преломления света, благодаря чему они хорошо видны в микроскоп. Если отдельные слои откладываются вокруг образовательного центра равномерно, формируются крахмальные зерна с концентрической слоистостью (злаки, бобовые). Если слои крахмала откладываются вокруг образовательного центра неравномерно, возникают крахмальные зерна с эксцентрической слоистостью (картофель). Различают крахмальные зерна простые, сложные и полусложные (рис. 15.). Простые имеют один образовательный центр. Сложные состоят из множества очень мелких простых крахмальных зерен, имеющих каждое свой образовательный центр и слоистость. В состав сложного

зерна может входить несколько тысяч простых зерен (шпинат). В полусложных крахмальных зернах — 2 образовательных центра, окруженных общими слоями. Все крахмальные зерна представляют собой сферокристаллы, состоящие из тончайших радиально расположенных игл.

Форма и величина крахмальных зерен специфичны для отдельных семейств, родов и даже видов растений. Так, у картофеля они отличаются неправильной формой, эксцентрической слоистостью и достигают размера 70...100 мкм. Крахмальные зерна бобовых значительно мельче, овальные, с концентрической слоистостью, и в центре у них обычно образуется продольная трещина. У риса, овса, гречихи крахмальные зерна сложные, легко распадающиеся на множество простых зернышек неправильной формы.

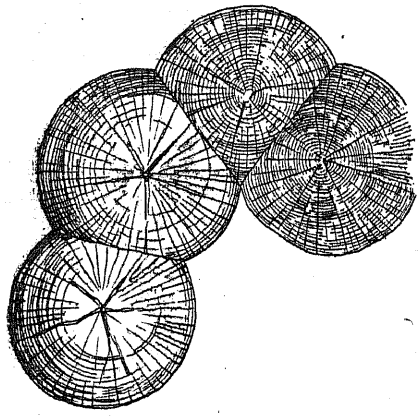


Рис 16. Сферокристаллы инулина

Транзиторный крахмал нередко образуется на путях следования сахаров от фотосинтезирующих органов к запасающим.

Крахмал окрашивается йодом в синий цвет, медным купоросом и едким калием — в фиолетовый цвет. Он нерастворим в холодной воде, а в горячей набухает, образуя клейстер. Крахмал имеет большое значение не только как питательное вещество, необходимое растениям, животным и человеку, но и как сырье для промышленного производства глюкозы и спирта.

У незеленых растений — бактерий, грибов, а также некоторых водорослей — вместо крахмала накапливается запасной полисахарид гликоген, более характерный для клеток животных организмов. В отличие от крахмала гликоген является воднорастворимым веществом.

Другим углеводом, заменяющим у некоторых растений крахмал, является инулин. Он образуется в клубнях земляной груши, корнях цикория, одуванчика и вообще характерен для представителей семейства сложноцветные (астровые). Подобно гликогену, инулин растворяется в воде, но под действием спирта выпадает из раствора в виде сферокристаллов (рис. 16). По химическому составу гликоген и инулин близки к крахмалу и имеют одинаковую с ним эмпирическую формулу $(C_6H_{10}O_5)\ n$.

Гемицеллюлоза $(C_5H_8O_4)\ n$ встречается в семенах кофейного дерева, финиковой пальмы, многих видов люпина, представителей семейства лилейные и др., накапливаясь в клеточных обо-

лочках. Под действием ферментов гемицеллюлоза, подобно крахмалу и целлюлозе, может превращаться в сахар.

Моносахариды и дисахариды встречаются в клетках растений в виде различных сахаров в растворенном состоянии.

Моносахариды ($C_6H_{12}O_6$) представлены виноградным сахаром — глюкозой и плодовым сахаром — фруктозой. Эти сахара накапливаются преимущественно в плодах (яблоня, груша, виноград), а также в стеблях (кукуруза, сорго), листьях (лук) и других органах растений.

Дисахариды ($C_{12}H_{22}O_{11}$) встречаются обычно в виде тростникового или свекловичного сахара (сахарозы) и накапливаются в корнеплодах сахарной свеклы, стеблях сахарного тростника, плодах арбуза и других растений.

Белки, накапливающиеся в клетках в качестве запасного питательного вещества, необходимо отличать от конституционных живых белков, составляющих основу протопласта. Запасные белки — протеины — являются простыми белками. В отличие от сложных (конституционных) белков они состоят только из аминокислот. Для запасных белков характерна инертность, в силу которой они с большим трудом вступают в различные реакции. Запасные белки откладываются в форме алейроновых (протеиновых) зерен (в семенах злаков, бобовых) или в виде кристаллоидов (в клубнях картофеля), которые отличаются от настоящих кристаллов способностью к набуханию и окрашиванию. Алейроновые зерна образуются из вакуолей в результате их обезвоживания, что наблюдается при созревании семян. В прорастающих семенах происходит обратный процесс — набухание, и алейроновые зерна снова превращаются в вакуоли. Размеры и строение алейроновых зерен очень изменчивы, но характерны для определенных групп растений и могут служить систематическим признаком. Алейроновые зерна бывают простые и сложные. Простые содержат аморфный белок, в сложных имеются еще кристаллоид белка и особое округлое тельце — глобоид (рис. 17), в состав которого входят кальций, магний и фосфор.

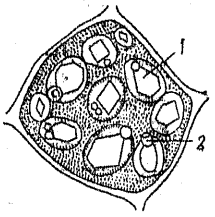


Рис. 17. Алейроновые зерна в клетке эндосперма семени клещевины:

1 — кристаллоид; *2* — глобоид

Содержание белка в сельскохозяйственных растениях также весьма различно. Так, в семенах люпина белки составляют 35% от массы сухого вещества, фасоли — 25%, гороха — 29%, пшеницы — 12%, кукурузы — 10%, картофеля — 8...10%.

От йода белковые зерна окрашиваются в темно-желтый цвет. В горячей воде, кислотах и щелочах запасные белки растворяются почти полностью.

Жиры (жирные масла) представляют собой сложные эфиры — соединение жирных кислот с глицерином. Они состоят из тех же химических элементов, что и углеводы, но отличаются от них мень-

шим содержанием кислорода ($C_nH_{2n}O_2$). Запасные жиры широко распространены в растительных клетках и обычно сосредоточены в цитоплазме, пластидах и митохондриях. По-видимому, жиры возникают непосредственно в цитоплазме, а также образуются в особом типе лейкопластов — олеопластах. Наиболее богаты ими семена и плоды растений. Особенно много жиров содержится в семенах масличных культур: в среднем у подсолнечника — 46...51% от массы сухого вещества, у льна — 37%, у хлопчатника — 23%, у конопли — 34%. Жиры не растворяются в воде, но хорошо растворяются в бензине, серном эфире, хлороформе и т. д. По сравнению с другими питательными веществами жиры являются наиболее калорийными: в среднем 1 г жира дает 38,9 кДж (9,3 ккал), белка — 23,8 кДж (5,7 ккал), крахмала — 17,6 кДж (4,1 ккал). У подавляющего большинства растений жирные масла жидкие и встречаются в клетках в виде капель различного размера. Твердые жиры характерны для семян шоколадного дерева и кокосовой пальмы. Жиры имеют большое значение не только как высококалорийные питательные вещества, но также применяются человеком в лакокрасочной, мыловаренной промышленности и в качестве смазочных материалов.

Продукты распада (катаболиты). Наряду с запасными питательными веществами в клетках растений образуются вещества, которые обычно не участвуют в дальнейших химических процессах и называются катаболитами. Они могут накапливаться в специальных вместилищах или выделяются в окружающую среду. К ним относятся эфирные масла, алкалоиды, гликозиды, дубильные вещества, соли щавелевой кислоты, смолы, каучук и др.

Эфирные масла встречаются значительно реже, чем жирные, и характерны только для растений семейств зонтичные (сельдерейные), рутовые, губоцветные (яснотковые) и некоторых других. Обычно эфирные масла обладают летучестью и сильным специфическим запахом. Они встречаются в виде небольших капелек и скапливаются в различных частях растений — корнях, корневищах, листьях, стеблях, плодах и других органах. Эфирные масла защищают растения от поедания животными, многие из них обладают бактерицидными свойствами. Особенно богаты эфирными маслами такие растения, как мята, эвкалипт, роза, тмин, апельсин и некоторые другие. Многие растения (кориандр, мята, герань) возделываются в широких масштабах в качестве эфирномасличных культур. Эфирные масла широко используются в технике, медицине, парфюмерии, кондитерской и других отраслях промышленности.

Алкалоиды представляют собой азотистые соли органических кислот — яблочной, лимонной, винной и др. Они образуются во всех частях растений — в корнях (белладонна), клубнях (картофель), листьях (табак, чайное дерево), плодах (мак, кофейное дерево), семенах (дурман, люпин, какао) и т. д. В настоящее время

известно свыше 1000 различных алкалоидов. Они имеют для растений защитное значение — предохраняют их от поедания животными, иногда играют роль запасных веществ, а также фитогормонов и стимуляторов, вызывающих усиление процессов обмена веществ на тех или иных фазах роста.

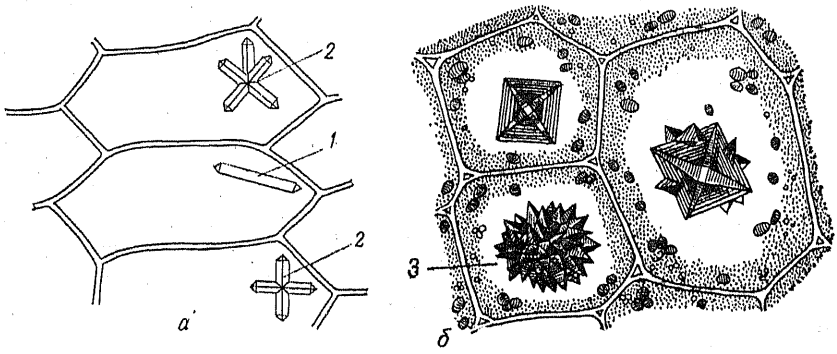
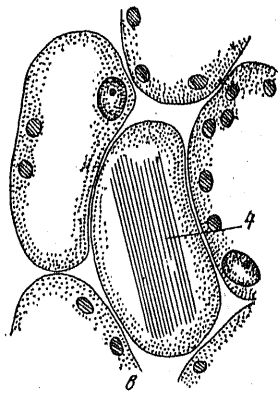


Рис. 18. Кристаллы щавелевокислого кальция:

а — в клетках чешуи лука; *б* — в клетках черешка бегонии; *в* — в клетках плода купены; *1* — одиночные кристаллы; *2* — сростки кристаллов; *3* — друза; *4* — рафиды



Народнохозяйственное значение алкалоидов и алкалоидоносных растений очень велико. Многие алкалоиды (никотин, атропин, кокаин, кофеин, хинин и др.) широко применяются в медицине, ветеринарии, сельском хозяйстве.

Гликозиды представляют собой соединения глюкозы со спиртами и другими безазотистыми веществами. Они имеют горький вкус и обладают ядовитыми свойствами, благодаря чему предохраняют растения от поедания животными. Гликозиды многих растений (ландыш, наперстянка и др.) применяются в медицине. Для промышленности большое значение имеют гликозиды-красители.

Соли щавелевой кислоты в растительных клетках чаще всего встречаются в виде щавелевокислого кальция, который образует кристаллический песок, сферокристаллы или кристаллы иной формы в зависимости от вида растений (рис. 18). Различают одиночные кристаллы, встречающиеся в сухих наружных чешуях луковиц репчатого лука и чеснока; друзы, представляющие собой сростки многочисленных кристаллов звездчатой формы (в плодах жимолости, в коре многих древесных растений), и рафиды — игольчатые кристаллы, часто образующие

пучки (в клетках мякоти плодов фуксии, листьев лилии). Все формы кристаллов локализуются в вакуолях. Благодаря образованию кристаллов щавелевокислого кальция происходит нейтрализация щавелевой кислоты, обладающей ядовитыми свойствами.

Кроме щавелевокислого кальция, у некоторых растений (фикус, конопля) образуется углекислый кальций, который пропитывает выросты клеточной оболочки, вдающиеся в полость клетки. В результате получаются своеобразные гроздевидные образования — цистолиты (рис. 19).

Кристаллы, являясь конечным продуктом обмена веществ в клетке, как правило, тем или иным способом удаляются из организма. Обычно они накапливаются в тех частях растения, которые со временем от него отделяются, — в листьях, плодах, наружных слоях коры. Однако в некоторых случаях кристаллы могут растворяться вновь и участвовать в обмене веществ, как это наблюдается в плодах апельсина и некоторых других растений.

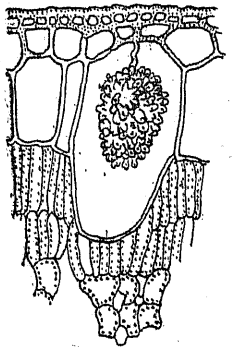


Рис. 19. Цистолит

Смолы являются комплексными соединениями, образующимися из углеводов в процессе нормальной жизнедеятельности клеток или в результате их разрушения. У одних растений смолы накапливаются в виде капель в клетках, у других выделяются в окружающую среду. Будучи нерастворимыми в воде, смолы не пропускают влагу, они непроницаемы для микроорганизмов, обладают антисептическими свойствами.

В практической деятельности человека смолы применяются при изготовлении лаков, смазочных масел, в медицине. Особое значение имеет смола вымерших растений — янтарь.

Дубильные (дубящие) вещества представляют собой сложные органические безазотистые вещества вяжущего вкуса. Они широко распространены среди высших растений, причем особенно богаты ими клетки коры деревьев (дуб, ель, ива), листья чая, семена кофе. Обладая антисептическими свойствами, дубильные вещества защищают растения от поражения различными микроорганизмами, иногда они могут использоваться в качестве запасных питательных веществ.

Дубильные вещества применяются в кожевенной промышленности для дубления кож, а также в медицине как вяжущее средство.

Физиологически активные вещества. Физиологически активные вещества обусловливают нормальную жизнедеятельность клетки и всего организма в целом. Они обладают специфическим действием и неразрывно связаны с метаболизмом клетки. К этим веществам принадлежат ферменты, витамины, фитогормоны,

антибиотики, фитонциды и ингибиторы. Все эти вещества вырабатываются протопластом клетки.

Ферменты (энзимы) представляют собой сложные вещества белковой природы и являются биологическими катализаторами, присутствие которых необходимо для возбуждения и ускорения биохимических реакций, протекающих в клетке. Важнейшие жизненные процессы — дыхание, фотосинтез, синтез и распад белков и др. — могут совершаться только под воздействием определенных ферментов. Ферменты отличаются от неорганических катализаторов высокой специфичностью, т. е. действие каждого фермента строго ограничено одним веществом или группой близких веществ. Специфичность действия ферментов является их важнейшим биологическим свойством, без которого невозможен нормальный метаболизм клетки. Активность ферментов зависит от температуры, кислотности среды и от присутствия в окружающей среде различных веществ, усиливающих или подавляющих их каталитическое действие. В настоящее время известно свыше 800 различных ферментов.

Начало изучения ферментов относится к 1814 г., когда русский ученый К. С. Кирхгоф показал, что в прорастающем зерне имеется вещество, способное превращать крахмал в сахар. В дальнейших исследованиях ферментов большая роль принадлежит советским ученым А. И. Опарину, А. Л. Курсанову, Н. М. Сисакяну, Б. А. Рубину и другим, впервые начавшим изучать ферменты в живых растениях и заложившим основу биологии ферментов.

Важным свойством ферментов является их способность сохранять активность вне живой клетки. На этом свойстве основано применение ферментов в различных отраслях пищевой промышленности — хлебопечении, виноделии, производстве сахара, чая, какао, табака и др.

Витамины представляют собой органические вещества различной химической природы и почти исключительно растительного происхождения. Однако, несмотря на большое разнообразие, их объединяют в одну группу благодаря той исключительной роли, которую они играют в обмене веществ. Витамины, действующие в очень малых дозах, совершенно необходимы для нормальной жизнедеятельности как растительных, так и животных организмов. Хотя витамины не являются непосредственными источниками энергии, они вместе с ферментами регулируют энергетические изменения внутри клетки, а многие из них даже входят в состав ферментов.

В настоящее время известно несколько десятков различных витаминов, каждый из которых обладает специфическим действием. Так, витамин B_1 стимулирует рост корней, витамин С (аскорбиновая кислота) способствует прорастанию семян, регулирует дыхание и т. д. Однако значение витаминов для растений изучено еще недостаточно. Гораздо больше сведений имеется о роли витаминов в жизнедеятельности животных организмов. Отсутствие витаминов в пище животных и человека вызывает тяжелые заболевания.

Основоположником учения о витаминах является русский ученый Н. И. Лунин, который еще в 1880 г. доказал необходимость витаминов для нормальной жизнедеятельности животных организмов. В результате дальнейшего изучения витаминов была установлена их химическая природа, что позволило организовать промышленное производство большинства витаминов как из растительного сырья, так и синтетическим путем.

Гормоны, вырабатываемые протопластом растительной клетки, получили название фитогормонов. Они представляют собой группу веществ, способных усиливать различные физиологические процессы — рост, размножение, деление клеток и др. Наиболее изучены в настоящее время гормоны роста — ауксины, впервые исследованные Н. Г. Холодным. Ауксины усиливают доступ кислорода и приток питательных веществ к клеткам, расположенным в растущих частях растения, и таким образом создают оптимальные условия для ростовых процессов.

Наряду с ауксином, который вырабатывается клетками высших растений, известны ростовые вещества, вырабатываемые низшими растениями — грибами. К таким веществам относится гиббереллин, выделенный из почвенных грибов Gibberella и Fusarium и обладающий совершенно исключительной и многосторонней физиологической активностью.

В настоящее время ростовые вещества получили широкое применение в практике сельского хозяйства. Синтетически получаемый гетероауксин используется для укоренения черенков, для борьбы с опадением бутонов и плодов, для повышения семенной продуктивности растений и т. д. Гиббереллин применяется для получения высокорослых и сильно облиственных растений (соя, табак, конопля), повышения урожая овощных культур (томата, огурца, баклажана) и винограда. Действие гиббереллинов, которых в настоящее время известно уже несколько, не ограничивается усилением роста стеблей и листьев растений. С помощью гиббереллинов удается прерывать период покоя у семян, спящих почек, клубней, ускорять цветение и плодоношение, вызывать образование бессемянных плодов. С помощью гиббереллина можно также превращать двулетние растения (морковь, свекла, капуста) в однолетние, плодоносящие в 1-й год жизни.

Антибиотики и фитонциды — это особые вещества, которые вырабатываются в клетках растений и имеют для них защитное значение, предохраняя от поражения болезнетворными микроорганизмами и другими паразитами. Принято называть бактерицидные вещества, образующиеся в клетках низших растений (грибов и некоторых бактерий), антибиотиками, а аналогичные вещества, выделяемые клетками цветковых растений (лука, чеснока, черемухи и др.), — фитонцидами. Основоположником учения о фитонцидах является советский ученый Б. П. Токин. Бактерицидные вещества обладают способностью оказывать губительное действие на различные микроорганизмы, убивая или сильно задерживая их

рост. Как фитонциды, так и антибиотики действуют избирательно, вследствие чего для одних организмов они весьма токсичны, тогда как для других — совершенно безвредны. Фитонциды некоторых растений обладают настолько сильным действием, что убивают насекомых и даже мелких млекопитающих. В настоящее время многие антибиотики получили широкое применение в медицине в качестве лечебных препаратов для борьбы с тяжелыми инфекционными болезнями. Общеизвестны такие препараты, как пенициллин, стрептомицин, синтомицин и др., получаемые в большом количестве заводским путем.

В практике сельского хозяйства начинают применяться фитонцидные препараты для борьбы с различными заболеваниями растений. Так, например, протравливание зерен проса, зараженных пыльной головней, фитонцидами сарептской горчицы повышает урожай проса больше чем в 3 раза. Фитонциды репчатого лука, чеснока, цитрусовых губительно действуют на гриб фитофтору, поражающий картофель.

Ингибиторами называют вещества, подавляющие активность ферментов и таким образом способствующие торможению некоторых физиологических процессов, протекающих в растении. Тормозящее действие ингибиторов имеет большое биологическое значение. Благодаря ингибиторам при преждевременном потеплении ранней весной задерживается распускание почек. Ингибиторы обеспечивают период покоя растений, во время которого не происходит прорастания клубней, семян и т. д.

Клеточный сок. Как уже отмечалось, растворимые продукты обмена веществ образуют водный раствор, называемый клеточным соком. Он постепенно накапливается в вакуолях, и для взрослой, полностью дифференцированной клетки характерна одна крупная центральная вакуоль, объем которой часто почти равен объему всей клетки. Состав клеточного сока весьма разнообразен и в первую очередь зависит от вида растения. У большинства растений клеточный сок имеет кислую реакцию, исключение составляют огурец, дыня и некоторые другие растения, у которых реакция клеточного сока щелочная.

Помимо веществ, рассмотренных выше (растворимые углеводы, белки, алкалоиды и др.), клеточный сок содержит различные кислоты, соли и пигменты. Из органических кислот чаще встречаются яблочная (в плодах яблони, малины, рябины, листьях табака), щавелевая (в листьях щавеля, кислицы, ревеня), винная (в плодах винограда, томата) и лимонная (в плодах лимона, смородины, крыжовника, земляники). К органическим кислотам принадлежит также бензойная кислота, содержащаяся в плодах брусники и клюквы и обладающая способностью предохранять эти растения от различных болезней. Органические кислоты выполняют в клетках растений разнообразные физиологические функции, например участвуют в процессе дыхания. Минеральные соли представлены в клеточном соке нитратами, фосфатами, хлоридами и другими соедине-

ниями. Высоким содержанием нитратов отличаются крапива, щирица, картофель, подсолнечник, фасоль. В молодых частях растений обычно накапливаются фосфаты — у лука, чеснока и др. Хлориды характерны для растений, произрастающих на засоленных почвах.

Наряду с пигментами пластид у растений известны пигменты клеточного сока, из которых наиболее распространены антоциан и антохлор, относящиеся к гликозидам. Особенностью антоциана является изменение его окраски в зависимости от кислотности среды: в нейтральной среде он фиолетовый, в щелочной — синий и в кислой — красный. Антоциан встречается во всех органах растений — корнях, листьях, цветках, плодах и в зависимости от его концентрации и особенностей организма может давать самые разнообразные окраски — от ярко-красных и синих до почти черных. Часто присутствие антоциана в клетках связано с приспособлением растений к неблагоприятным условиям внешней среды и обеспечивает повышение зимостойкости растений. Антохлор встречается преимущественно в венчиках цветков, которым придает желтую окраску (у льнянки, георгина, коровяка и др.), а также в плодах некоторых цитрусовых.

Клеточный сок некоторых растений имеет белую (молочную) окраску, вследствие чего получил название млечного сока. Млечный сок (латекс) вырабатывается многими травянистыми и древесными растениями. Он представляет собой эмульсию или суспензию и содержит до 80% воды, в которой находятся как запасные питательные вещества (сахара́, белки, жиры), так и катаболиты (алкалоиды, гликозиды, смолы, дубильные вещества, а также каучук и гуттаперча). Часто в нем встречаются крахмальные зерна своеобразной формы. У некоторых растений млечный сок имеет желтую (мак) или оранжевую (чистотел) окраску, что обусловлено присутствием различных пигментов. Млечный сок скапливается в специальных элементах — млечниках. Роль млечного сока в жизни растений отчасти связана с хранением питательных веществ, с защитой от поедания животными, однако значение его еще недостаточно выяснено.

Состав, концентрация и вязкость клеточного сока у разных видов растений различны и неодинаковы даже в тканях, органах и клетках одного растения. Далеко не все перечисленные вещества одновременно присутствуют в клеточном соке. Некоторые из них (алкалоиды, гликозиды) характерны только для определенных групп растений, тогда как другие распространены более широко. Нередко в специализированных клетках происходит накопление только какого-либо одного вещества. На состав и свойства клеточного сока большое влияние оказывает возраст клетки и окружающие условия.

Вещества клеточного сока могут быть разносторонне использованы, и поэтому он является ценнейшим комплексным сырьем для промышленности. Особенно большое практическое значение имеет

млечный сок как источник получения каучука, гуттаперчи, опиума, кодеина и других веществ. Большое количество каучука содержится в млечном соке бразильской гевеи, а также травянистых каучуконосов — кок-сагыза, крым-сагыза и тау-сагыза, произрастающих в СССР.

Оболочка растительной клетки. Одной из характерных особенностей растительной клетки является плотная оболочка, которую образует на поверхности клетки протопласт в процессе своей жизнедеятельности. Наличие или отсутствие оболочки служит надежным признаком, который позволяет отличить растительную клетку от животной, и этот признак, по мнению многих исследователей, является даже более существенным, чем содержание пластид и тип питания. Оболочка защищает протопласт от внешних воздействий и придает клетке форму и прочность. Изнутри клеточная оболочка выстлана плазмалеммой. Некоторые клетки растений оболочки не имеют (половые клетки, клетки слизевиков).

Клеточные оболочки значительно изменяются в зависимости от возраста и типа клетки. Обычно молодые клетки имеют оболочку более тонкую, чем клетки, полностью сформировавшиеся. Клеточной оболочке свойственна пластичность, т. е. способность принимать и сохранять в дальнейшем новую форму и размеры, а также эластичность, благодаря которой оболочка может восстанавливать прежнюю форму и размеры после деформации. Клеточная оболочка обладает значительной прочностью на растяжение. Строение оболочки тесно связано с функцией клетки.

Химический состав и структура оболочки. В состав оболочки чаще всего входят целлюлоза (клетчатка), гемицеллюлоза (полуклетчатка) и пектиновые вещества. Наибольшее значение и распространение имеет целлюлоза, нередко составляющая до 90% вещества оболочки. Она представляет собой углевод (полисахарид), близкородственный крахмалу, и имеет такую же эмпирическую формулу — $(C_6H_{10}O_5)\,n$,— но с другим значением коэффициента n и с более сложным молекулярным строением. Молекулы целлюлозы имеют нитчатую структуру и, располагаясь параллельно, группируются в пучки — мицеллы. Мицеллы в свою очередь образуют более крупные структурные элементы — фибриллы, промежутки между которыми заполнены основным веществом оболочки (матриксом), состоящим из пектиновых веществ и гемицеллюлозы. Целлюлоза осахаривается в крепких кислотах, а растворяется только в реактиве Швейцера (аммиачный раствор окиси меди). Гемицеллюлоза также является очень стойким веществом, но поддается разложению несколько легче, чем целлюлоза.

Петкиновые вещества в отличие от целлюлозы и гемицеллюлозы состоят не из нитчатых, а из сильно разветвленных молекул, вследствие чего они обычно аморфны. Особенностью пектиновых веществ является их способность набухать в воде. Кроме того, пектиновые вещества обладают значительно меньшей прочностью и сравнительно

легко разрушаются. У некоторых низших растений оболочка клеток полностью состоит из пектиновых веществ.

Заложение и рост оболочки. В клетке различают первичную и вторичную оболочки. Каждая вновь образовавшаяся клетка сразу окружается очень тонкой прозрачной оболочкой. Эта оболочка является первичной, и в ней преобладают гемицеллюлоза и пектиновые вещества, а также содержится большое количество воды. Формирование первичной оболочки заканчивается, когда клетка достигает своего окончательного размера и перестает расти. Некоторые клетки до конца жизни остаются покрытыми первичной оболочкой. Однако в большинстве случаев после прекращения роста клетки протопласт ее начинает формировать вторичную оболочку, вещество которой откладывается на внутреннюю поверхность первичной оболочки. В состав вторичной оболочки входит главным образом целлюлоза. В ней обычно хорошо заметны слоистость и штриховатость, обусловленные ее субмикроскопической структурой. Преобладание целлюлозы определяет высокие механические качества вторичной оболочки, особенно ее прочность на растяжение и эластичность. Иногда в клетках различают третичную оболочку в виде тонкого внутреннего слоя, в состав которого входит особое вещество — ксилан.

Между первичными оболочками соседних клеток находится прослойка межклеточного пектинового вещества, которая называется срединной пластинкой. Совокупность первичных оболочек двух соседних клеток и заключенной между ними тонкой прослойки межклеточного вещества образует клеточную стенку. Некоторые авторы отождествляют клеточную оболочку с клеточной стенкой, что, по-видимому, не совсем правильно. Разрушение срединной пластинки приводит к разъединению клеток — мацерации. Обособленные, мацерированные, клетки обычно приобретают шаровидную форму, тогда как будучи соединены одна с другой и испытывая взаимное давление, они имеют форму многогранников.

Рост клеточной оболочки может осуществляться двумя способами: наложением (обычно изнутри) новых слоев оболочки на старые (аппозиция) и внедрением частиц вещества оболочки между старыми (интуссусцепция). При аппозиции происходит утолщение клеточной оболочки, при интуссусцепции — растяжение и увеличение ее поверхности. Оболочки имеют различную толщину, что обусловлено функцией клетки. Так, у опорных клеток толщина оболочки может достигать 10 мкм. Нередко оболочка настолько утолщается, что занимает всю полость клетки, вследствие чего происходит отмирание протопласта. Иногда наблюдается местное утолщение оболочки — отдельными участками в виде колец, спиралей и т. п.

Поры и плазмодесмы. При формировании первичной оболочки в ней возникают участки, на которых отложение вещества оболочки происходит менее интенсивно. В результате в первичной оболочке появляются многочисленные углубления, получившие

название первичных поровых полей (рис. 20). Во вторичной оболочке также имеются участки, на которых вещество оболочки не откладывается, вследствие чего в ней возникают прорывы, достигающие первичной оболочки и называемые п о р а м и.

Поры двух смежных клеток, как правило, совпадают. Между ними имеется участок тонкой первичной оболочки, называемый з а м ы к а ю щ е й п л е н к о й поры. Следовательно, полость

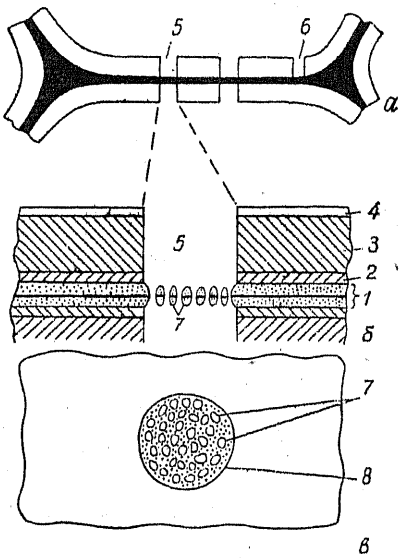


Рис. 20. Схема строения клеточной оболочки:

а — общий вид; *б* — участок оболочки при большом увеличении; *в* — вид сверху; *1* — срединная пластинка; *2*, *3*, *4* — внешний, средний и внутренний слои вторичной оболочки; *5* — пора; *6* — слепая пора; *7* — плазмодесменные канальцы; *8* — поровое поле

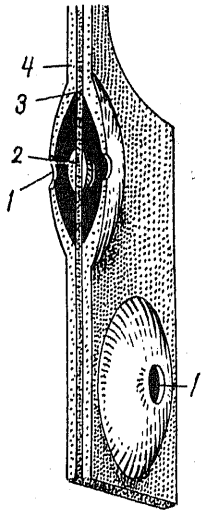


Рис. 21. Строение окаймленных пор в трахеидах древесины сосны:

1 — отверстие порового канала; *2* — торус; *3* — первичная оболочка; *4* — вторичная оболочка

поры с внутренней стороны непосредственно соединяется с полостью клетки, а с наружной, там, где она соприкасается с соседней клеткой, прикрыта замыкающей пленкой.

В клетках с мощно развитой вторичной оболочкой поры превращаются в поровые каналы, идущие от полости клетки до первичной оболочки. Обычно поры образуются непосредственно над первичными поровыми полями, но могут возникать и над другими участками первичной оболочки.

Различают 2 типа пор — простые и окаймленные. У п р о с т ы х пор диаметр порового канала приблизительно одинаков на всем протяжении. У о к а й м л е н н ы х пор он резко суживается по мере отложения вторичной оболочки, вследствие чего внутреннее отверстие поры, ведущее в полость клетки, гораздо уже, чем наруж-

ное, граничащее с первичной оболочкой. При этом вторичная оболочка в виде валика нависает над расширенной частью канала (рис. 21).

Замыкающие пленки пор пронизаны мельчайшими отверстиями в виде канальцев, через которые из одной клетки в другую проходят нити цитоплазмы — п л а з м о д е с м ы (рис. 22). Ввиду того, что плазмодесмы являются очень тонкими и нежными, увидеть их в световой микроскоп удается не всегда. Однако применение электронного микроскопа позволило обнаружить плазмодесмы почти у всех растений и во всех тканях. Количество плазмодесм в клетке очень велико и у некоторых растений (омела) достигает 6...24 тыс.

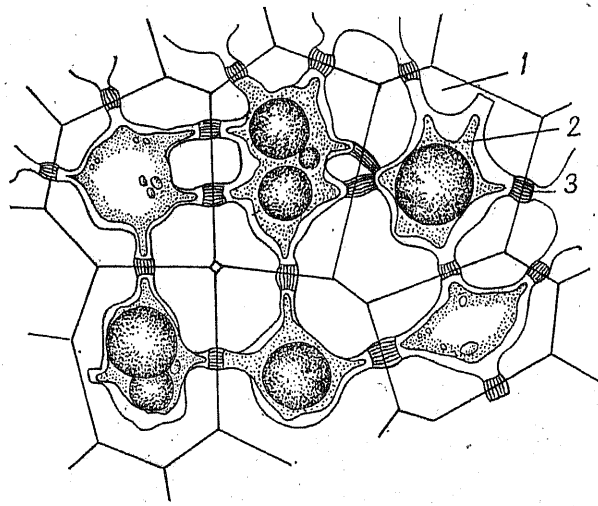


Рис. 22. Плазмодесмы клеток семени пальмы:

1 — утолщенная оболочка; *2* — цитоплазма; *3* — плазмодесмы

Плазмодесмы имеют большое биологическое значение. Они связаны с эндоплазматической сетью, а также соединяют протопласты отдельных клеток, обеспечивая непрерывность эндоплазматической сети и всей цитоплазмы организма. С помощью плазмодесм осуществляются проведение различных веществ, передача раздражений из одной клетки в другую и регуляция всех жизненных процессов, протекающих в организме. Плазмодесмы были впервые описаны в 1877 г. русским ученым И. Н. Горожанкиным, а затем Э. Руссовым, Э. Танглем, Э. Страсбургером и другими исследователями.

В последнее время нити цитоплазмы были обнаружены также в оболочках клеток, граничащих с внешней средой. Они получили название э к т о д е с м. По-видимому, они играют роль в выделении наружу и поглощении клеткой из внешней среды воды и растворенных в ней веществ.

В и д о и з м е н е н и я к л е т о ч н о й о б о л о ч к и. Многие клетки сохраняют целлюлозные оболочки до конца своей жизни. Однако часто в процессе жизнедеятельности протопласта клеточная

оболочка подвергается различным изменениям и приобретает новые химические и физические свойства. К числу таких изменений относятся одревеснение, опробковение, кутинизация, минерализация и ослизнение.

О д р е в е с н е н и е клеточной оболочки происходит в результате накопления в ней особого вещества — лигнина, который откладывается в промежутках между фибриллами целлюлозы, не вступая с ней в химическое соединение. Л и г н и н отличается от углеводов более высоким содержанием углерода, его эмпирическая формула $C_{57}H_{60}O_{10}$. Однако химическая природа лигнина окончательно еще не выяснена. Ультраструктура одревесневших оболочек напоминает структуру железобетона, причем микрофибриллы можно сравнить с арматурой, а лигнин играет роль основного вещества. Одревесневшая оболочка теряет эластичность, становится более твердой, хрупкой и приобретает большую прочность на сжатие. Особенно сильное одревеснение клеточных оболочек наблюдается у кустарников и деревьев. При этом клетки могут сохранять живое содержимое, и в них не прекращается обмен веществ. Однако чаще такие клетки отмирают. Лигнин предохраняет клетки высших растений от разрушительного действия бактерий и грибов. В некоторых случаях происходит раздревеснение клеточных оболочек — они теряют лигнин и снова становятся мягкими. Подобное явление можно наблюдать, например, при созревании плодов груши или айвы, сопровождающемся раздревеснением оболочек каменистых клеток.

О п р о б к о в е н и е заключается в пропитывании оболочки жироподобным веществом — с у б е р и н о м, который делает ее непроницаемой для воды и газов. Суберин не образует скелетные структуры, как это наблюдается при пропитывании оболочки лигнином. Он обычно накладывается изнутри на первичную оболочку в виде тонкого слоя. Вскоре после образования суберинового слоя клетка, будучи изолирована от внешней среды, отмирает и наполняется воздухом, как у пробкового дуба, или в ней накапливаются различные вещества.

К у т и н и з а ц и я — это пропитывание клеточных оболочек жироподобным веществом — к у т и н о м, который по своей химической природе близок к суберину. Как правило, кутин пропитывает только ту часть клеточной оболочки, которая непосредственно соприкасается с атмосферой. Часто кутин образует на поверхности клеток непрерывный застывший слой — кутикулу — в виде очень тонкой блестящей пленки. Кутинизация является защитным приспособлением против слишком интенсивного испарения. Кроме того, кутикула отражает солнечные лучи, что предохраняет растение от перегрева, а иногда защищает листья от ультрафиолетового излучения, поглощая ультрафиолетовые лучи.

О с л и з н е н и е клеточных оболочек заключается в превращении клетчатки или пектиновых веществ в более высокомолекулярные углеводы — слизи и камеди, способные к сильному набу-

ханию при соприкосновении с водой. Чаще всего ослизнению подвергаются оболочки клеток семенной кожуры у семян льна, тыквы, арбуза и листьев некоторых засухоустойчивых растений. Ослизнение ускоряет прорастание семян, а также предохраняет растения от перегрева. Иногда ослизнение клеточных оболочек и содержимого клеток наблюдается при поранениях. При этом происходит камедетечение (гуммоз), характерное для вишни, сливы и других растений.

Минерализация представляет собой отложение минеральных солей (кремнезема, углекислого кальция и др.) в клеточных оболочках стеблей и листьев многих растений — осок, злаков, хвощей. Минерализация повышает прочность оболочки и придает ей особую твердость, защищая растение от поедания животными.

Оболочка растительных клеток имеет большое практическое значение и используется в качестве сырья для получения клетчатки, древесины и других веществ, из которых вырабатываются бумага, искусственный шелк, кинопленка, целлофан и др.

Поступление веществ в клетку

Обмен веществ совершается постоянно не только между организмом и внешней средой, но и между отдельными клетками, тканями и органами внутри растения. Наличие плотной оболочки, окружающей каждую растительную клетку, препятствует поглощению ею твердых пищевых частиц, и вследствие этого клетки растительных организмов могут питаться исключительно за счет веществ, растворенных в воде. Поступление в клетку из окружающей среды различных веществ, необходимых для ее жизнедеятельности, осуществляется на основе диффузии, осмоса и адсорбции.

Диффузия и осмос. Эти явления связаны с движением молекул, свойственным всем веществам — твердым, жидким и газообразным. Основное различие между этими веществами сводится лишь к различной быстроте движения их молекул: наименьшей подвижностью обладают молекулы твердых тел, способные только колебаться, наиболее быстро движутся молекулы газов. Растворенные в воде вещества являются молекулярно-дисперсными; отдельные их молекулы и ионы, рассеянные среди молекул растворителя, утрачивают силы сцепления друг с другом и находятся в состоянии непрерывного движения, подобного движению газовых частиц. Для молекул жидкостей и газов характерна способность диффундировать, т. е. перемещаться во всех направлениях до тех пор, пока они не распределятся равномерно по всему доступному пространству. Процесс диффузии лежит в основе многих биологических явлений.

Проникновение молекул в клетку из окружающей среды осуществляется через клеточную оболочку и внутриклеточные мембраны. Однако не все растворенные вещества переходят в клетку одинаково легко. Возможность прохождения вещества через перепонку зависит от величины его молекул, от электрического заряда диффундирующей частицы, от сцепления ее с молекулами воды

и от растворимости частиц в жирах. Способность перепонки пропускать то или иное вещество зависит от ее структуры и размера пор.

Проницаемая перепонка пропускает свободно любые вещества; непроницаемая не пропускает никаких веществ; полупроницаемая обладает избирательной проницаемостью, т. е. легко пропускает газы и растворители и с трудом — растворенные в них вещества. Клеточная оболочка представляет собой проницаемую перепонку, через которую могут проходить почти все вещества, тогда как мембраны, находящиеся на поверхности цитоплазмы (плазмалемма), вакуоли (тонопласт) и ядра, обладают полупроницаемостью.

Проникновение молекул одного вещества в другое при непосредственном соприкосновении или через проницаемую перепонку называется д и ф ф у з и е й. Явление диффузии можно наблюдать, если мешочек, сделанный из материала с достаточно крупными порами (пергамент, целлофан) наполнить сахаром, завязать и поместить в сосуд с водой. Сначала вода быстро проникнет в мешочек, но затем молекулы сахара начнут диффундировать в окружающую воду, и этот свободный обмен молекулами будет происходить до тех пор, пока концентрации жидкостей не уравняются.

Проникновение молекул вещества через полупроницаемую перепонку получило название о с м о с а. Молекулы растворителя при наличии полупроницаемой мембраны всегда передвигаются в направлении более концентрированного раствора. От концентрации раствора зависит величина осмотического давления, и чем она выше, тем выше осмотическое давление.

Осмотическое давление в клетках растений различно и зависит от многих факторов — вида растения, условий внешней среды и др. Особенно высокое осмотическое давление наблюдается в клетках растений, обитающих на засоленных почвах и в степях.

Адсорбция. Молекулы и ионы веществ, проникающих в клетку, прежде всего адсорбируются на поверхностном слое цитоплазмы — плазмалемме. Следовательно, первым этапом в поступлении вещества в клетку из окружающей среды является адсорбция. Затем вещество, поглощенное плазмалеммой, передается в мезоплазму. При этом происходит непрерывный обмен между имеющимися в клетке ионами и прежде всего между образующимися при дыхании ионами угольной кислоты (H^+ и HCO_3^-) и поступающими внутрь клетки анионами и катионами различных электролитов. Таким образом, поступление в клетку различных веществ представляет собой сложный биологический процесс, тесно связанный с различными физико-химическими явлениями.

Тургор и плазмолиз. Клеточный сок, находящийся в вакуолях, содержит различные растворенные вещества и имеет определенную концентрацию, являясь осмотически деятельным раствором. Если клеточный сок имеет более высокую концентрацию, чем окружающий раствор, то, обладая более высоким осмотическим давлением, он притягивает воду, которая будет проникать в клетку через оболочку в цитоплазму и вакуоль. При этом, увеличиваясь в объ-

еме, клеточный сок оказывает давление на цитоплазму, прижимая ее к оболочке, которая в силу своей упругости давит на содержимое клетки. Создается напряженное состояние клеточной оболочки, называемое тургором. Давление, возникающее при этом в клетке, называется тургорным. По мере поступления в клетку воды тургорное давление будет возрастать до тех пор, пока клеточная оболочка не достигнет предела растяжения. После этого всасывание клеткой воды прекращается. Тургор является нормальным физиологическим состоянием растительной клетки. Степень тургора зависит от разности концентраций и, следовательно, осмотического давления внутри и вне клетки, а также от упругости оболочки. Благодаря тургору растение может сохранять прямое положение, поддерживать массу листьев, противостоять механическим воздействиям и т. д.

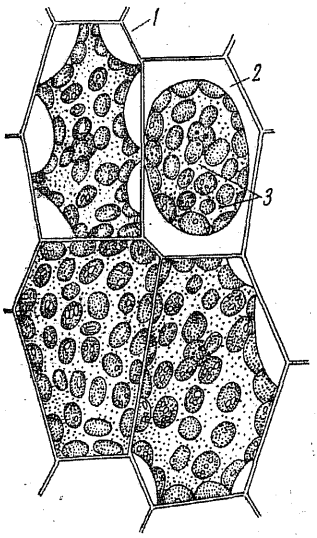


Рис. 23. Явление плазмолиза:

1 — клеточная оболочка; *2* — полость клетки; *3* — внутреннее содержимое клетки

Если концентрация клеточного сока станет ниже, чем в окружающей среде, вода устремится в сторону более концентрированного раствора и, следовательно, будет выходить из клетки, что вызовет падение тургорного давления. При этом объем вакуоли сократится, а содержимое клетки, сжимаясь, начнет отставать от оболочки и постепенно соберется в виде комочка в центре клетки (рис. 23). Наступает плазмолиз, который представляет собой состояние, обратное тургору. При плазмолизе клетки несколько уменьшаются в размерах, и все растение вянет. Длительный и сильный плазмолиз может вызвать гибель клетки. Клетку, сохранившую жизнеспособность, можно из плазмолиза снова вернуть в тургорное состояние, понизив концентрацию окружающего раствора. Возвращение плазмолизированной клетки в состояние тургора называется деплазмолизом.

Образование новых клеток

Клетки у растений возникают различными способами: слиянием, почкованием, свободным образованием и делением.

Слияние клеток. Возникновение клеток путем слияния двух, а иногда и трех клеток в одну наблюдается при половом процессе. В результате слияния половых клеток (гамет) образуется новая клетка (зигота).

Почкование клеток. Одним из способов размножения клеток является почкование, при котором на поверхности материнской

клетки сначала появляется небольшой бугорок, постепенно увеличивающийся в размерах. Со временем в него переходит половина протопласта материнской клетки; достигнув полного развития, дочерняя клетка отделяется от материнской. Таким способом размножаются некоторые низшие одноклеточные растения, например дрожжевые грибы (рис. 24).

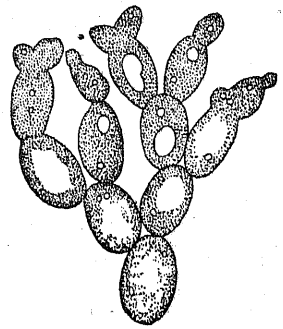


Рис. 24. Почкование клеток дрожжевых грибов

Свободное образование клеток. При свободном образовании клеток вначале происходит многократное деление ядра, причем не вся цитоплазма участвует в формировании дочерних клеток, а только ее часть. При этом дочерние клетки некоторое время остаются погруженными в цитоплазму материнской клетки. Подобный процесс наблюдается у сумчатых грибов при формировании спор, а также у цветковых растений при развитии зародышевого мешка, в котором происходит оплодотворение.

Деление клеток. Наиболее распространенным способом образования новых клеток является деление. Рост растений в основном осуществляется благодаря увеличению количества клеток и отчасти за счет их растяжения. Деление клеток наступает тогда, когда поверх-

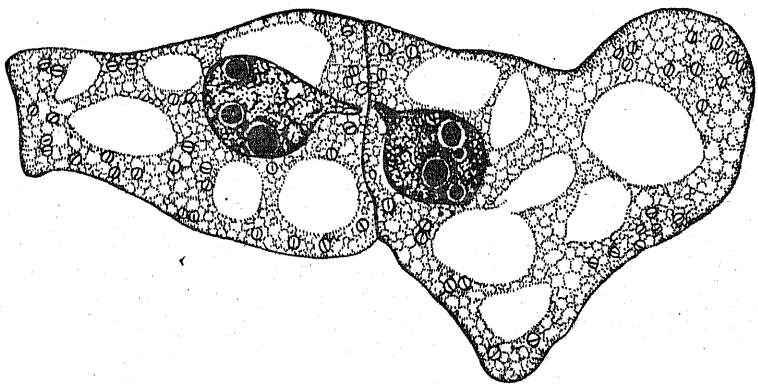


Рис. 25. Амитоз в клетках эндосперма семени ветвистоколосой пшеницы

ность клетки вследствие непропорционального роста становится недостаточной по сравнению с ее объемом. Это влечет за собой затруднения в обмене веществ и нарушение питания, что в свою очередь приводит к процессу деления. Известно 3 способа деления растительных клеток: амитоз (прямое деление), митоз (непрямое деление, кариокинез) и редукционное деление.

А м и т о з. При прямом делении клетка не претерпевает особенно сложных изменений. С помощью перетяжек происходит разделение надвое ядрышка, ядра и всех остальных органоидов клетки (рис. 25). Такое деление свойственно преимущественно клеткам низших растений, однако иногда наблюдается и у более совершенных организмов, в том числе у цветковых растений. Прямое деление было описано Н. И. Железновым (1841), Р. Ремаком (1852) и другими исследователями.

М и т о з. Митоз является основным способом деления и сопровождается сложными изменениями в клетке. Он начинается с деления ядра и протекает в несколько фаз (рис. 26). Наблюдается определенная последовательность в наступлении фаз, причем каждая подготавливает переход к следующей, и, таким образом, деление клетки представляет собой непрерывный процесс.

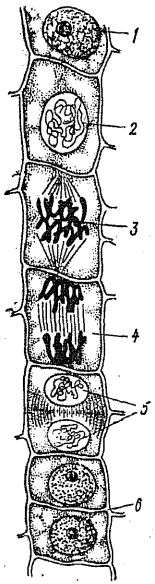


Рис. 26. Последовательные фазы митоза:

1 — интерфазное ядро; *2* — профаза; *3* — метафаза; *4* — анафаза; *5* — телофаза; *6* — образование дочерних клеток

Перед каждым делением клетки в ядре совершаются сложные биохимические процессы, подготавливающие его к следующему делению. Период между двумя делениями получил название и н т е р ф а з ы. До сравнительно недавнего времени считали, что в неделящейся клетке ядро находится в «покоящемся» состоянии, так как с помощью светового микроскопа нельзя было заметить происходящие в нем изменения. Применение электронной микроскопии показало ошибочность этих представлений.

В интерфазе происходит важнейший процесс — редупликация молекулы ДНК и образование в каждой хромосоме двух дочерних хроматид. Одновременно идет усиленный синтез белков и накопление энергии в клетке в виде АТФ, используемой в процессе деления. В митозе различают профазу, метафазу, анафазу и телофазу, которые характеризуются определенными изменениями, происходящими в клетке.

П р о ф а з а — первая фаза митоза. Ядро увеличивается в объеме, как бы набухает, и в нем становятся хорошо заметны хромосомы в виде длинных, тонких, обычно изогнутых нитей со свободными концами. Затем происходит постепенное уплотнение хромосом, они укорачиваются и утолщаются. В конце профазы исчезают ядрышки и ядерная оболочка, формируются нити веретена.

В начале м е т а ф а з ы в клетке образуется веретено деления, состоящее из опорных и тянущих ахроматиновых нитей. Хромосомы располагаются по экватору клетки в виде экваториальной пластинки. Затем происходит разделение каждой хромосомы на 2 хроматиды (дочерние хромосомы), сформированные еще до начала деления клетки

(в интерфазе) при редупликации ДНК. Следовательно, к концу метафазы число хромосом удваивается. В то же время опорные нити располагаются между полюсами клетки, а тянущие идут от полюсов и присоединяются к перетяжкам хроматид.

В а н а ф а з е происходит расхождение хроматид к противоположным полюсам клетки благодаря сокращению тянущих нитей веретена. Опорные нити веретена уплотняются на экваторе, образуя бочонкообразную фигуру, называемую ф р а г м о п л а с т о м.

В т е л о ф а з е хромосомы становятся тоньше, удлиняются и постепенно утрачивают четкость своих контуров. Одновременно формируется одно или несколько ядрышек и ядерная оболочка. В экваториальной плоскости клетки из узелков, возникающих на фрагмопласте, образуется поперечная перегородка между дочерними клетками, и происходит разделение цитоплазмы (цитокинез). Возникшая перегородка состоит из двух первичных оболочек дочерних клеток и межклеточного вещества (срединной пластинки), заключенного между ними. В конце телофазы ядро переходит в интерфазное состояние. Характерной особенностью митоза является сохранение в дочерних клетках того числа хромосом (а следовательно, и количества ДНК), какое имела материнская клетка. Митотическое деление свойственно как диплоидным, так и гаплоидным клеткам.

Продолжительность митоза зависит от многих факторов — специфики ткани, возраста клетки, условий внешней среды и т. д. Чаще всего митоз протекает в течение 1,5...5 ч, причем половину этого времени, а иногда и больше занимает профаза. Период между двумя делениями — интерфаза — составляет от 10 до 25 ч.

Одним из первых наблюдал и описал митоз в живых клетках растений И. Д. Чистяков (1871), затем Э. Страсбургер (1875), В. Флемминг (1880) и ряд других исследователей. Заслугой В. Флемминга является первое описание последовательности этого процесса.

Р е д у к ц и о н н о е д е л е н и е. При редукционном делении происходит уменьшение (редукция) числа хромосом вдвое, т. е. совершается переход от диплоидного набора хромосом к гаплоидному. Следовательно, редукционное деление присуще только диплоидным клеткам. Оно наблюдается у большинства растений при образовании особых клеток — спор, связанных с размножением. В дальнейшем растения, развивающиеся из спор, образуют половые клетки (гаметы), имеющие, как и споры, гаплоидный набор хромосом. Особенность редукционного деления состоит в том, что в анафазе расходятся не отдельные хроматиды, как при митозе, а двухроматидные гомологичные хромосомы. В результате в каждой дочерней клетке число хромосом оказывается вдвое меньшим, чем было в материнской, т. е. набор хромосом становится гаплоидным. При половом процессе происходит слияние двух гаплоидных гамет, и во вновь образовавшейся клетке (зиготе) восстанавливается диплоидный набор хромосом. Таким образом, у всех организмов из поколения в поколение сохраняется определенное число хромосом, благодаря чему в природе поддерживается относительное постоянство видов. В этом

заключается большой биологический смысл редукционного деления.

Редукционное деление описали В. И. Беляев (1892), Э. Страсбургер, Л. Гиньяр, В. Флемминг и др.

Мейоз. Это процесс, состоящий из двух различных клеточных делений — редукционного и эквационного (митотического), которые быстро следуют друг за другом. В результате мейоза из одной

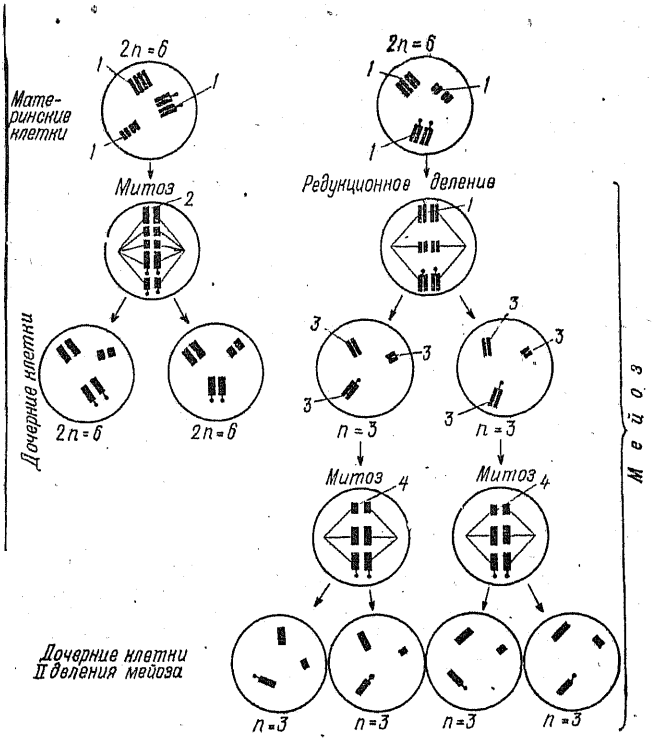


Рис. 27. Способы деления клетки и схема мейоза:

1 — пары гомологичных двухроматидных хромосом; *2, 4* — отдельные хроматиды; *3* — отдельные гомологичные двухроматидные хромосомы

диплоидной материнской клетки всегда образуется 4 дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом (рис. 27). Редукционное деление никогда не наблюдается как самостоятельное деление, а представляет собой первый этап мейоза, с которым его, однако, не следует отождествлять, поскольку сам по себе мейоз не является способом деления клетки.

Онтогенез растительной клетки

Образовавшиеся в результате деления клетки проходят путь постепенного развития, который складывается из нескольких последовательных этапов — эмбриональной фазы, фазы роста, или

растяжения, фазы дифференциации и, наконец, отмирания (рис. 28). Эмбриональные клетки отличаются небольшими размерами и содержат густую зернистую цитоплазму. Они располагаются плотно, без межклетников, имеют тонкую оболочку с преобладанием пектиновых веществ.

Для эмбриональных клеток характерны сильное развитие эндоплазматической сети и большое количество рибосом.

В фазе роста происходят увеличение размера клеток, разжижение цитоплазмы и образуются немногочисленные крупные вакуоли. Возрастает общее количество рибосом, митохондрий и пластид.

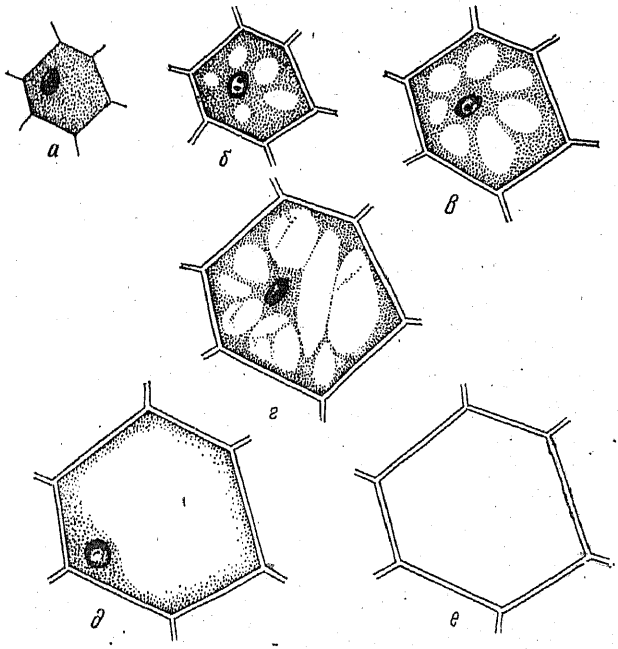


Рис. 28. Онтогенез растительной клетки:
а ... е — последовательные этапы развития клетки от возникновения до отмирания

В период дифференциации одинаковые вначале клетки приобретают специфические особенности строения, связанные с выполнением определенной физиологической функции. Сформировавшиеся клетки разных типов отличаются наличием определенных пластид, степенью развития митохондрий, диктиосом, эндоплазматической сети и других клеточных органоидов, а также формой, величиной, толщиной оболочки и т. д. После определенного периода активной жизнедеятельности клеток наступает постепенное отмирание их протопласта. При этом толстостенные клетки обычно продолжают функционировать в качестве механических или проводящих элементов, тогда

как клетки с тонкой оболочкой после отмирания протопласта сплющиваются под давлением растущих соседних клеток и постепенно рассасываются, т. е. происходит процесс о б л и т е р а ц и и.

Отличие растительной клетки от животной

Клетки растений и животных в общем плане строения имеют много общего, однако между ними наблюдаются и некоторые существенные различия. Наиболее важной особенностью растительной клетки являются наличие пластид и автотрофный тип питания, а также плотная целлюлозная оболочка.

Кроме того, для растительных клеток характерны сильно развитая вакуолярная система и интенсивная синтетическая деятельность, благодаря которой происходит накопление запасных питательных веществ.

Глава II. ТКАНИ РАСТЕНИЙ (ГИСТОЛОГИЯ)

Определение, происхождение и классификация растительных тканей

Т к а н я м и называются группы клеток, которые имеют одинаковое происхождение, сходное строение и выполняют в организме одинаковую функцию.

Ткани появились на определенном этапе эволюции органического мира и являются характерной особенностью строения тела у подавляющего большинства многоклеточных растений и животных. Первые живые организмы, как известно, были одноклеточными. Обитая в водной среде, они поглощали воду и растворенные в ней питательные вещества всей поверхностью тела. Однако концентрация солей в воде сравнительно невелика, и для улучшения условий питания оказалось целесообразным увеличение поверхности тела. Чем она больше, тем интенсивнее может идти процесс поглощения. Поэтому увеличение поверхности тела явилось на данном этапе главным направлением органической эволюции и могло быть достигнуто двумя путями: увеличением размера клетки у одноклеточных или увеличением количества клеток, т. е. появлением многоклеточных организмов. Увеличение размеров клетки привело к появлению особой группы гигантских одноклеточных растений, получивших название однополостных, или «неклеточных». К ним относятся водоросли вошерия, каулерпа, ботридиум и некоторые другие. Однако такой путь был биологически малоперспективным, так как однополостные организмы оказались недостаточно приспособленными к условиям существования. Они не получили значительного развития и не смогли дать начало новым, более совершенным формам, способным в дальнейшем приспособиться к жизни на суше.

Увеличение количества клеток оказалось более биологически ценным и явилось тем путем, который привел к возникновению совершенно новых жизненных форм, сумевших перейти к наземному образу жизни.

Переходной формой от одноклеточных организмов к многоклеточным являются колониальные организмы, тело которых состоит из нескольких или многих клеток, но между этими клетками еще отсутствует тесная морфологическая и физиологическая связь. Клетки колонии имеют обычно одинаковое строение и связаны между собой чисто механически — выростами оболочки, слизью (педиаструм, носток). У более совершенных колониальных форм связь между клетками становится более тесной — в виде выростов цитоплазмы (хризорахнион) или плазмодесм (вольвокс). Для настоящих многоклеточных организмов характерна не только механическая, но и физиологическая связь между клетками, так что они представляют собой единый целостный организм. Появление многоклеточных форм оказалось в истории жизни событием особой важности и привело к тому разнообразию в животном и растительном мире, которое мы наблюдаем в настоящее время. Простейшие многоклеточные являются примитивными (низшими) растениями, еще тесно связанными с водной средой. Тело их, как правило, состоит из одинаковых клеток, способных, как и у одноклеточных, выполнять все жизненно необходимые функции. По мере усложнения и усовершенствования строения растений составляющие их клетки начинают специализироваться. Специализация клеток, т. е. изменение их строения и приспособление к выполнению определенной физиологической функции, связана с выходом растений на сушу и с формированием у них вегетативных органов. В теле высших растений появляются группы высокоспециализированных клеток, которые и получили название тканей.

Каждый тип ткани отличается характерным строением клеток, строго соответствующим той функции, которую данная ткань выполняет.

Основоположником учения о тканях является английский ученый Н. Грю, который сравнивал скопление клеток в органах растений с тканями одежды и ввел в ботанику термин «ткани», который сохранился до настоящего времени. Он впервые разделил все ткани растений в зависимости от формы составляющих их клеток на паренхимные и прозенхимные.

По мере развития учения о тканях, этот раздел анатомии растений превратился в самостоятельную науку — гистологию. В дальнейшем в гистологии наметилось несколько направлений и при классификации тканей ученые исходили из различных принципов. Поэтому единая, общепринятая классификация растительных тканей до сих пор не создана, хотя попытки их систематизировать неоднократно предпринимались многими учеными. Пытались разделять ткани в зависимости от формы клеток (Линк Г., 1807), от присутствия в клетках живого содержимого (Ван-Тигем Ф., 1891) и т. п.

Подобная классификация тканей весьма примитивна, так как не отражает ни особенностей их строения, ни функций, ни исторического развития.

В 1868 г. Ю. Сакс предложил первую физиологическую классификацию тканей в зависимости от выполняемых ими функций.

Морфологическая классификация тканей, составленная на основе изучения их развития и строения клеток, была предложена А. де Бари в 1871 г.

В настоящее время наиболее распространенной является анатомо-физиологическая классификация растительных тканей, построенная на основе изучения их исторического развития, происхождения, а также особенностей строения клеток и выполняемых ими функций.

В соответствии с формой, строением и характером соединения клеток ткани могут быть рыхлые и плотные, живые и мертвые, паренхимные и прозенхимные. Все разнообразие растительных тканей принято подразделять на 6 главных групп: 1) образовательные, или меристемы; 2) основные; 3) покровные; 4) механические; 5) проводящие; 6) выделительные. Часто все ткани, за исключением образовательных, объединяют под общим названием постоянных тканей.

Образовательные ткани (меристемы)

Функции и особенности строения. Растения в отличие от животных сохраняют способность к росту в течение всей жизни, причем рост их обычно локализован в определенных участках тела. В этих участках и расположены образовательные ткани, или меристемы. Функция образовательных тканей заключается в том, что они дают начало всем остальным (постоянным) тканям организма и являются исходными, эмбриональными, тканями. Характерной особенностью клеток меристемы является способность к постоянному делению митозом. Вследствие этого меристематические клетки всегда являются молодыми и имеют типичное для молодых клеток строение (рис. 29). Форма их (за некоторыми исключениями) паренхимная; внутреннее содержимое состоит из густой зернистой цитоплазмы и погруженного в нее крупного ядра, занимающего иногда до $^3/_4$ общего объема клетки. В цитоплазме находятся также митохондрии и рибосомы. Вакуоли, как правило, отсутствуют или имеют небольшие размеры, вследствие чего ядро расположено всегда в центре клетки. Клеточная оболочка состоит из целлюлозы, пектиновых веществ и воды, содержание которой достигает иногда 95,5%. Оболочки клеток не утолщаются. Клетки соединены плотно, межклетники очень мелкие или их совсем нет.

Клетки меристемы проходят в своем развитии (онтогенезе) несколько этапов: 1) усиленного деления; 2) разрастания оболочки и увеличения вакуолей; 3) специализации клеток, в результате которой возникают все другие ткани организма.

Классификация. По происхождению меристемы бывают первичные и вторичные. Первичные меристемы возникают в результате дробления зиготы, которая образуется после оплодотворения. Развивающийся зародыш вначале полностью состоит из клеток первичной меристемы. У взрослого растения первичные меристемы сохраняются лишь в некоторых участках. Из первичных меристем развиваются первичные постоянные ткани. Вторичные меристемы образуются на более поздних этапах индивидуального развития (онтогенеза) растения, причем начало им дают другие ткани — основная или покровная, а иногда и первичная меристема. Из вторичных меристем развиваются все вторичные постоянные ткани.

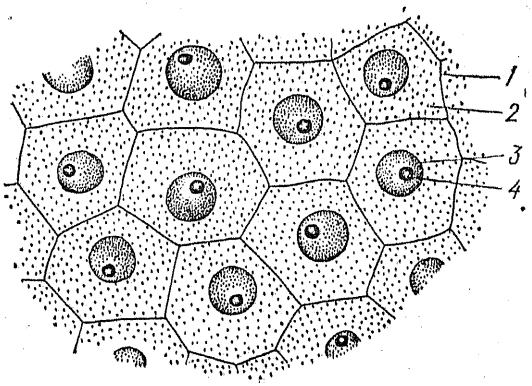


Рис. 29. Образовательная ткань (меристема):
1 — оболочка клетки; 2 — цитоплазма; 3 — ядро; *4* — ядрышко

По расположению в органах растений различают меристемы: верхушечные (апикальные), боковые (латеральные) и вставочные (интеркалярные).

Верхушечные (апикальные) меристемы. Эти меристемы находятся на верхушках стеблей и на кончиках корней, обеспечивая рост этих органов в длину. Верхушечная меристема имеет конусообразную форму, вследствие чего получила название конуса нарастания. Вершина конуса нарастания состоит из промеристемы и обычно называется точкой роста. У большинства растений она состоит из так называемых инициальных клеток, находящихся в состоянии постоянного деления. У более примитивных растений (мхи, некоторые папоротники) в конусе нарастания имеется только одна инициальная клетка.

Строение конуса нарастания корня и стебля неодинаково (рис. 30). Нежная верхушечная меристема корня защищена корневым чехликом. В конусе нарастания корня принято различать 3 различных комплекса клеток: наружный (однорядный) — дерматоген, средний — периблему и внутренний — плерому. Клетки дерматогена делятся антиклинально, т. е. перпендикулярно поверхности конуса нарастания, и из них в дальнейшем образуется первичная

покровная ткань корня. Периблема состоит из нескольких рядов клеток, которые делятся периклинально, т. е. параллельно поверхности конуса нарастания. Из них образуются клетки основной ткани. Плерома состоит из клеток, которые делятся во всех направлениях и дают начало проводящим и механическим элементам корня.

Конус нарастания стебля защищен мелкими, налегающими друг на друга листьями, которые в совокупности с верхней частью стебля образуют почку.

В конусе нарастания стебля обычно различают 2 комплекса клеток: наружный слой — т у н и к у и внутренний — к о р п у с. Клетки туники, как и клетки дерматогена, делятся антиклинально и

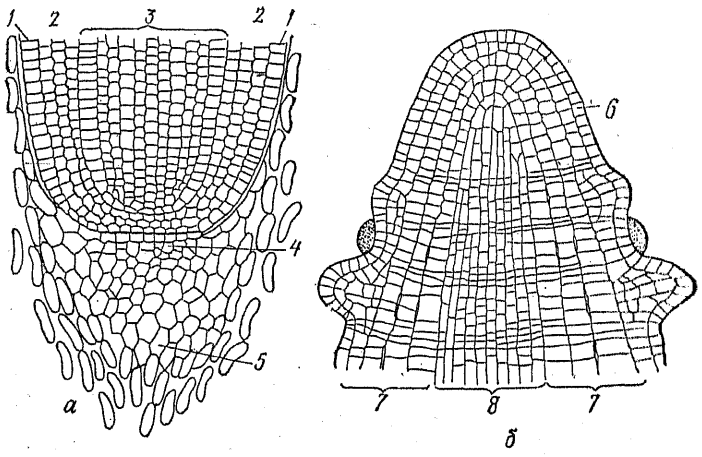


Рис. 30. Верхушечная меристема:

а — корня; *б* — стебля; *1* — дерматоген; *2* — периблема; *3* — плерома; *4* — калиптроген; *5* — корневой чехлик; *6* — туника; *7*, *8* — корпус

дифференцируются затем в эпидермис стебля. Клетки корпуса делятся в различных направлениях и дают начало всем остальным тканям, характерным для первичного строения стебля.

По происхождению верхушечные меристемы всегда являются первичными.

Б о к о в ы е (л а т е р а л ь н ы е) м е р и с т е м ы. Эти меристемы залегают сбоку органов, располагаясь параллельно их поверхности (тангентально), и обусловливают рост растений в толщину. По происхождению боковые меристемы могут быть первичными и вторичными. Примером первичной боковой меристемы являются прокамбий, перицикл. Вторичная боковая меристема корня и стебля представлена камбием.

В с т а в о ч н ы е (и н т е р к а л я р н ы е) м е р и с т е м ы. Они находятся в стеблях злаков над узлами, а также в основании пластинки листа. Рост органа, обусловленный этими меристемами,

называется вставочным, или интеркалярным. Благодаря наличию вставочных меристем стебли злаков могут выпрямляться после полегания.

* * *

Помимо рассмотренных трех типов меристем, существует еще раневая меристема, которая может возникать в любой части растения в результате повреждений. Клетки, окружающие пораненный участок, начинают делиться, и образуется особая раневая ткань — каллюс. Клетки каллюса дифференцируются затем в клетки постоянных тканей.

Основные ткани

Функции и особенности строения. Основные ткани занимают в органах растений наибольший объем. По своему назначению основные ткани являются прежде всего питающими, хотя могут выполнять и другие функции. Клетки основных тканей живые, паренхимной формы, расположены они обычно довольно рыхло, с большими межклетниками. Клеточные оболочки тонкие, целлюлозные, но иногда утолщаются и древеснеют.

Особенностью основных тканей является свойство их клеток при определенных условиях приобретать способность к делению и давать начало вторичной меристеме.

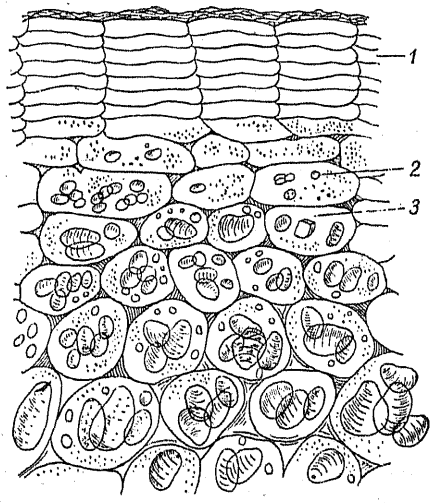


Рис. 31. Запасающая паренхима клубня картофеля:

1 — пробка; *2* — крахмальные зерна; *3* — кубический кристалл белка

Классификация. В зависимости от выполняемых функций, происхождения и строения основные ткани подразделяются на несколько типов.

Ассимиляционная паренхима (хлоренхима). Этот тип основной ткани выполняет функцию образования органических веществ в процессе фотосинтеза и состоит из клеток, содержащих хлоропласты. Обычно ассимиляционная паренхима располагается непосредственно под покровной тканью в листьях и зеленых стеблях растений, а также в воздушных корнях некоторых эпифитов, поселяющихся на стволах высоких деревьев.

Запасающая паренхима. Эта ткань (рис. 31) приспособлена для накопления питательных веществ и главным образом

представлена в подземных органах растений — клубнях, корневищах, луковицах, а также в плодах, семенах и значительно реже в листьях. В клетках запасающей паренхимы откладываются крахмал, жирные масла, сахара, белки, инулин и другие питательные вещества. Кроме того, в запасающей паренхиме обычно сосредоточены такие вещества, как алкалоиды, гликозиды, дубильные вещества и т. п.

Поглощающая паренхима. Она расположена во всасывающей части корня под покровной тканью и выполняет функцию передачи воды и минеральных веществ от корневых волосков во внутренние ткани корня.

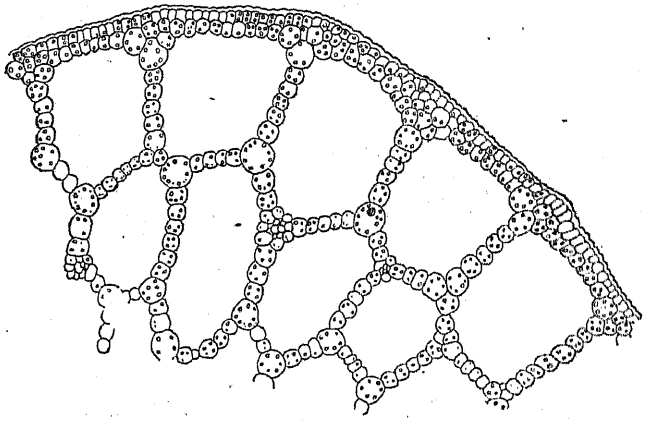


Рис. 32. Аэренхима

Воздухоносная паренхима (*аэренхима*) Аэренхима развивается у растений, произрастающих в условиях избыточного увлажнения. Этот тип основной ткани характеризуется большими межклеточными пространствами (рис. 32), в которых скапливается воздух. Аэренхима встречается во всех органах водных и болотных растений — корнях, стеблях и листьях. У водных растений она способствует лучшей плавучести и уменьшает их плотность, помогая растениям держаться на поверхности воды.

Водоносная паренхима. Этот тип основной ткани состоит из крупных тонкостенных клеток, заполненных водой, и характерен для растений, обитающих в засушливых условиях. Из водоносной ткани состоят стебли кактусов, листья агав, алоэ и других растений полупустынь и пустынь. Слабо выраженная водоносная ткань имеется также у растений умеренной зоны — молодила, очитка, обитающих в условиях недостаточного увлажнения на песчаных почвах.

Покровные ткани

Функции и особенности строения. На поверхности всех органов растения находятся покровные ткани, выполняющие функцию защиты внутренних тканей от неблагоприятных внешних воздействий — излишнего испарения, проникновения микроорганизмов и т. п. Кроме того, через покровные ткани осуществляется связь растений с окружающей средой. В соответствии с этими функциями покровные ткани имеют следующие характерные особенности строения: 1) клетки их соединены очень плотно, без межклетников; 2) клеточные оболочки часто утолщаются и претерпевают различные химические видоизменения, пропитываясь суберином, кутином и другими веществами, повышающими их защитные свойства; 3) для сообщения с внешней средой в покровных тканях, одевающих надземные органы растений, образуются специальные приспособления в виде устьиц или чечевичек.

Классификация. В зависимости от происхождения и строения различают 3 основных типа покровных тканей — кожицу, пробку и корку.

Кожица (*эпидермис, эпиблема*). Она образуется из первичной меристемы и является первичной покровной тканью. Кожица покрывает все органы растения в начале их развития. В дальнейшем на многолетних корнях и стеблях она заменяется вторичной покровной тканью — пробкой. Кожицу листьев и стеблей называют эпидермисом, кожицу корня — эпиблемой, так как они выполняют различные функции и характеризуются специфическими особенностями строения.

Эпидермис состоит из паренхимных или несколько вытянутых, живых клеток, в центре которых находится крупная вакуоль, заполненная клеточным соком, нередко окрашенным антоцианом в фиолетовый цвет. Цветные пластиды в клетках эпидермиса, как правило, отсутствуют, лейкопласты встречаются нередко и обычно группируются вокруг ядра. Внешние стенки эпидермальных клеток часто утолщаются и пропитываются кутином, который, застывая на воздухе, превращается в сплошную бесструктурную пленку — кутикулу. На поверхности кутикулы часто образуется восковой налет, хорошо заметный на нижней стороне листьев и на плодах многих растений (виноград, слива и др.). В некоторых случаях толщина воскового налета достигает 0,5 см. У злаков, хвощей наружные стенки клеток эпидермиса часто пропитываются соединениями кальция или кремния.

Клетки эпидермиса очень плотно примыкают одна к другой и обычно имеют более или менее извилистые стенки, что обеспечивает особенно прочное их соединение. С клетками субэпидермальной ткани эпидермис соединен менее прочно и поэтому легко отделяется от них, не разрываясь, в виде сплошной прозрачной пленки.

Нередко в клетках эпидермиса скапливаются различные продукты жизнедеятельности протопласта в виде цистолитов и других

включений. Эпидермис, за некоторыми исключениями, состоит из одного слоя клеток.

Клетки эпидермиса у многих растений образуют волоски очень разнообразной формы (рис. 33). Они могут быть одноклеточными и многоклеточными, простыми и ветвистыми. Если клетки, составляющие волоски, древеснеют, то образуются ш и п ы, как например у малины, шиповника, ежевики. Шипы являются защитным приспособлением. Защитное значение имеют также ж г у ч и е в о л о с к и таких растений, как крапива, содержащие ядовитый клеточный сок. Если волоски эпидермиса очень короткие, их называют с о́ с о ч к а м и. Сосочки встречаются на лепестках цветков, а иногда и на листьях, придавая им бархатистость.

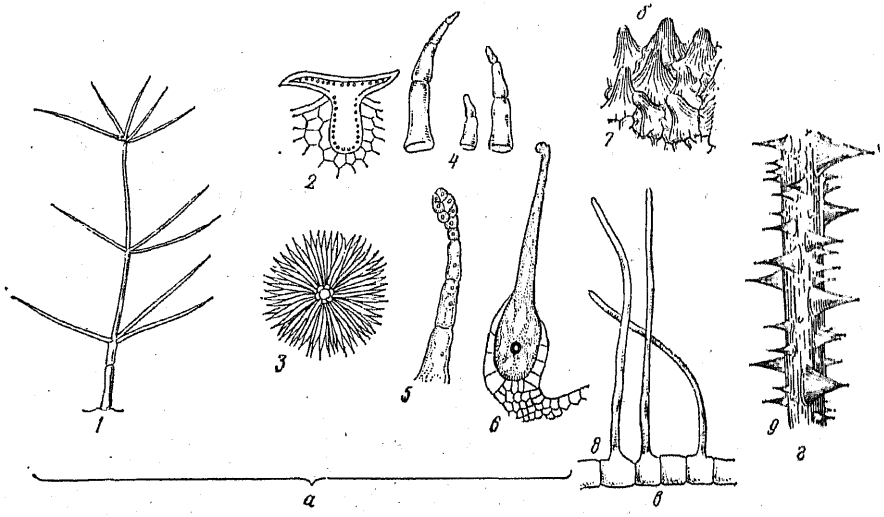


Рис. 33. Эпидермальные волоски:

а — на листьях; *б* — на лепестках; *в* — на семенах; *г* — на стебле; *1* — ветвистый (коровяка); *2* — цепкий (хмеля); *3* — звездчатый (лоха); *4* — многоклеточный простой (яблони); *5* — железистый (табака); *6* — жгучий (крапивы); *7* — в виде сосочков (фиалки); *8* — одноклеточный простой (хлопчатника); *9* — в виде шипов (розы)

Войлочное опушение, покрывающее нижнюю поверхность листьев, характерно для растений, произрастающих в засушливых условиях: оно способствует уменьшению испарения. Если протопласт в клетках волосков отмирает, они заполняются воздухом и кажутся белыми, как например у лоха, горчицы и многих других растений.

Большое практическое значение имеют эпидермальные волоски, образующиеся на семенах хлопчатника. Они состоят из одной сильно вытянутой клетки и имеют трубчатую форму. Стенки таких волосков состоят почти полностью из чистой клетчатки.

Для сообщения с внешней средой в эпидермисе образуются специальные приспособления, называемые у с т ь и ц а м и. Через

устьица осуществляются важнейшие физиологические процессы — газообмен и испарение воды (транспирация). Устьице представляет собой сложный аппарат, образованный двумя замыкающими клетками, между которыми остается межклетник — устьичная щель (рис. 34). Сверху и снизу от устьичной щели имеются небольшие свободные пространства — передний и задний дворики, под устьицем расположена воздушная полость. Если клетки, непосредственно примыкающие к устьицу, резко отличаются от остальных клеток эпидермиса, они называются сопровождающими клетками устьица.

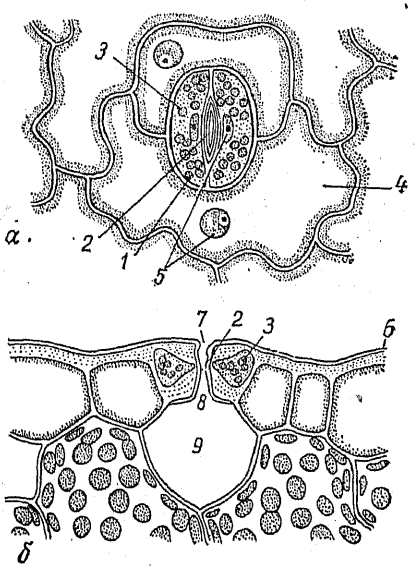


Рис. 34. Эпидермис и устьице листа двудольного растения:

а — вид сверху; *б* — поперечный разрез; *1* — замыкающие клетки; *2* — щель устьица; *3* — хлоропласты; *4* — клетки эпидермиса; *5* — ядро; *6* — кутикула; *7* — передний дворик; *8* — задний дворик; *9* — воздухоносная полость

В зависимости от условий внешней среды и в первую очередь от обеспечения растения водой происходит открывание или закрывание устьиц, и таким образом регулируется интенсивность транспирации. Механизм этого процесса определяется строением замыкающих клеток, которые отличаются от остальных клеток эпидермиса следующими особенностями: они имеют своеобразную форму — полулунную, почковидную или вытянутую; в них содержатся хлоропласты; оболочка их имеет неравномерную толщину — внутренняя стенка, обращенная к устьичной щели, значительно толще внешней, особенно в углах. Движение замыкающих клеток устьица основано на явлениях тургора и плазмолиза.

Благодаря присутствию хлоропластов в замыкающих клетках осуществляется фотосинтез с образованием сахаров, что увеличивает концентрацию клеточного сока и приводит к повышению в них осмотического давления. Это влечет за собой оттягивание воды из окружающих клеток эпидермиса, не содержавших хлоропластов, и увеличение объема замыкающих клеток. При повышении тургорного давления происходит растяжение более тонкой внешней стенки замыкающих клеток, которые вследствие этого искривляются, принимают подковообразную форму, и устьичная щель раскрывается. При потере воды замыкающие клетки выпрямляются и закрывают устьице. Увеличение осмотического давления в замыкающих клетках осуществляется не только в результате фотосинтеза, но и благодаря

тому, что содержащийся в них крахмал способен на свету превращаться в сахар. В темноте в замыкающих клетках происходит превращение сахаров в крахмал, что приводит к падению осмотического давления; поэтому у большинства растений устьица начинают открываться с восходом солнца и к вечеру постепенно закрываются. В течение дня степень раскрывания устьиц регулируется условиями внешней среды. На движение устьиц оказывают большое влияние высокая температура (от 40° С и выше), избыток минеральных веществ и неоднократное завядание, которые вызывают нарушение их деятельности. При этом устьица теряют способность закрываться, и растение погибает от недостатка влаги.

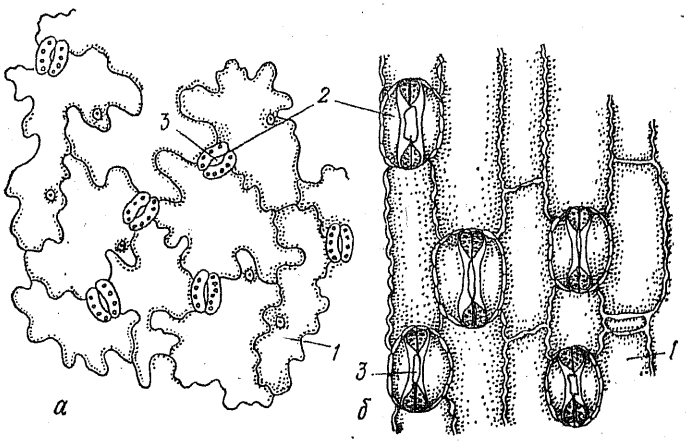


Рис. 35. Расположение устьиц:

а — двудольное растение (горох); *б* — однодольное растение (кукуруза); *1* — клетки эпидермиса; *2* — замыкающие клетки; *3* — щель устьица

Устьица расположены преимущественно в эпидермисе листьев, причем бо́льшая часть их сосредоточена на нижней поверхности листа, что способствует менее интенсивному испарению. Количество устьиц сильно варьирует в зависимости от вида растения и от условий внешней среды. Так, у подсолнечника на 1 мм^2 поверхности листа приходится в среднем 250 устьиц, у капусты — 300, у клена — 550 и т. д.

Расположение устьиц у разных растений также неодинаково. У однодольных (злаки, лилейные) устьица образуют правильные параллельные ряды, тогда как у двудольных (капуста, подсолнечник и др.) они разбросаны в различных направлениях (рис. 35). Наряду с устьицами, предназначенными для газообмена и транспирации, у многих растений имеются водные устьица — г и д а т о д ы, выделяющие воду в капельно-жидком состоянии (рис. 36).

Кожица корня, получившая название э п и б л е м ы, в отличие от эпидермиса не является защитной тканью. Она выполняет

функцию всасывания из почвы воды с растворенными в ней минеральными веществами. В связи с этим клетки эпиблемы имеют тонкую оболочку, хорошо пропускающую воду, и обладают способностью образовывать корневые волоски, которые тесно соприкасаются с частицами почвы. Для эпиблемы характерно отсутствие кутикулы и устьиц.

Пробка (феллема). Это вторичная покровная ткань, заменяющая кожицу на многолетних корнях и стеблях растений в конце первого вегетационного периода. Пробковая ткань является более надежной защитой для зимующих органов растений и в то же время не препятствует росту их в толщину.

Формированию пробки предшествует появление вторичной меристемы — пробкового камбия (феллогена), начало которому дает или сам эпидермис (у вишни, сливы, груши), или субэпидермальный слой основной ткани (у смородины, черемухи и др.). Пробковый камбий работает двухсторонне, т. е. его клетки, делясь в тангентальном направлении, дифференцируются в 2 различные ткани. Кнаружи от камбия они превращаются в клетки пробки, а к центру из них образуется основная ткань — феллодерма. В результате возникает комплекс трех вторичных тканей — образовательной, покровной и основной. Этот комплекс тканей получил название перидермы.

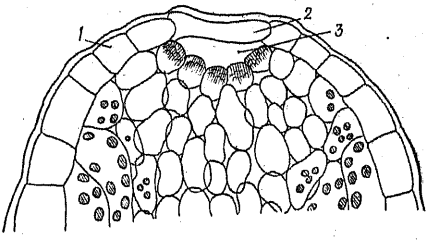


Рис. 36. Гидатода на листе примулы:
1 — эпидермис; *2* — замыкающая клетка; *3* — воздушная полость

Пробковая ткань состоит из нескольких слоев, плотно сомкнутых, расположенных правильными рядами клеток. Клеточная оболочка их пропитывается суберином, что делает ее непроницаемой для воды и газов и вызывает отмирание протопласта. Следовательно, сформировавшаяся пробка является мертвой тканью. Полости ее клеток заполняются воздухом, дубильными или смолистыми веществами. У березы в клетках пробки находится особое вещество бетулин, который придает ей характерный белый цвет. Пробковая ткань образуется не только на стеблях и корнях всех деревьев и кустарников, но и на подземных органах (корнях, корневищах, клубнях) многолетних травянистых растений, а иногда появляется даже на плодах (некоторые сорта яблони, граната). Пробка возникает также на пораненных участках растений (раневая пробка) и при осеннем листопаде, закрывая листовые рубцы. Пробковая ткань не только предохраняет растение от излишней потери воды и проникновения микроорганизмов, но в известной степени играет роль механической защиты, достигая на стволах некоторых растений толщины 7...8 см. Особенно сильно развивается пробковый слой у амурского бархатного дерева и пробкового дуба. В средиземно-

морских странах пробковый дуб разводится на больших плантациях с целью получения пробки, употребляемой как укупорочный материал, для изготовления спасательных поясов и т. д. Пробка срезается через каждые 10...15 лет, пока дерево не достигает примерно 200-летнего возраста. В СССР пробковый дуб произрастает на небольших площадях Черноморского побережья Кавказа и Крыма.

Для сообщения с внешней средой в пробковой ткани образуются особые приспособления — *чечевички* (рис. 37). Формирование чечевички начинается с появления бугорка, на вершине которого затем образуется разрыв. Чечевички закладываются обычно под устьицами эпидермиса, который впоследствии отмирает и сбрасывается. В местах заложения чечевичек пробковый камбий дифференцируется не в клетки пробки, а в очень рыхло расположенные клетки живой *выполняющей ткани*, под давлением которых и происходит разрыв на вершине чечевички. На зиму чечевички закрываются специальным замыкающим слоем, который весной вновь разрывается образовавшейся выполняющей тканью. На стеблях некоторых растений (березы, бузины) чечевички хорошо заметны невооруженным глазом.

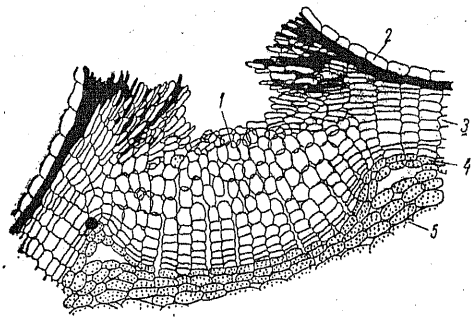


Рис. 37. Строение перидермы и чечевички бузины:

1 — выполняющие клетки; *2* — отмирающий эпидермис; *3* — пробка; *4* — пробковый камбий (феллоген); *5* — феллодерма

Феллодерма, образуемая пробковым камбием к центру органа, состоит из живых, рыхло расположенных паренхимных клеток, часто содержащих хлоропласты.

Корка (*ритидом*). Она представляет собой комплекс отмерших тканей, который покрывает старые стволы и корни у большинства древесных растений. Формирование корки происходит следующим образом. Первый по времени заложения феллоген, образующий пробку и феллодерму, функционирует недолго и через несколько месяцев обычно отмирает. Вместо него в более глубоких слоях стебля закладывается новый феллоген, который через некоторое время снова прекращает свою деятельность. Многократное центростремительное заложение слоев феллогена происходит в течение всей жизни растения. Образуемая ими пробка препятствует поступлению воды и питательных веществ к лежащим на поверхности тканям, изолируя их от внутренней части стебля. В результате все ткани, расположенные кнаружи от внутреннего слоя пробки, отмирают и превращаются в корку, которая в основном состоит из нескольких слоев перидермы (рис. 38).

Несмотря на то, что в состав корки входят, помимо собственно покровной, и другие виды тканей, ее принято рассматривать как целостный покровный слой, поскольку все ее элементы объединяет выполняемая ими защитная функция, а также сходное строение клеток, утративших протопласт. Благодаря своеобразному происхождению, связанному с многократным заложением феллогена, корку часто называют третичной покровной тканью.

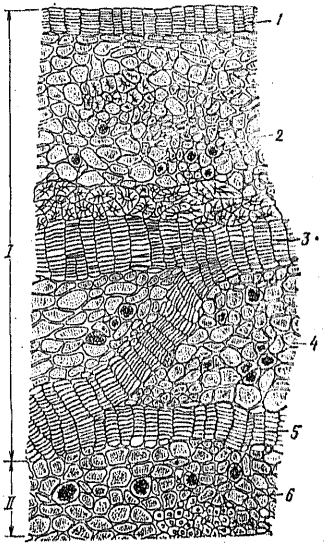


Рис. 38. Чешуйчатая корка дуба:

I — корка; *II* — внутренние ткани; *1*, *3*, *5* — последовательные слои пробки, образованные феллогеном; *2*, *4* — отмершие клетки коры; *6* — живые клетки коры

Корка образуется у деревьев в различном возрасте: у сосны, яблони, груши — на 5...8-м году жизни; у дуба — в 25 лет; у пихты, граба — в 50 лет и часто достигает значительной толщины (8...10 см). Изнутри корка ежегодно утолщается, а поверхностные ее слои постепенно разрушаются и сбрасываются. В зависимости от способа заложения феллогена образуются различные виды корки, которые затем по-разному отделяются от ствола. При круговом заложении феллогена формируется кольчатая корка, имеющая довольно гладкую поверхность. Она расщепляется вдоль и сбрасывается в виде длинных полос (у винограда, кипариса, эвкалипта). Если феллоген закладывается отдельными участками, образуется чешуйчатая корка. Такая корка встречается чаще, чем кольчатая, и отличается трещиноватой поверхностью (у осины, дуба, липы, клена). При сбрасывании она отделяется в виде чешуй или пластинок.

Газообмен в корке, как и в пробковой ткани, осуществляется посредством чечевичек. Корка защищает растение от высыхания, резких колебаний температуры, от перегрева и ожогов, а также от механических повреждений.

У некоторых растений (рябина, черемуха, платан) корка не образуется и на их старых стеблях сохраняется первоначально образованная перидерма.

Механические ткани

Функции и особенности строения. Функция механических тканей заключается в придании растению прочности, в защите его от различных механических повреждений и в первую очередь от излома и разрыва. Однако следует иметь в виду, что прочность растения

создается не только благодаря механическим тканям, но всем комплексом тканей и общим тургором клеток. Благодаря механическим тканям стебли сохраняют вертикальное положение, деревья удерживают тяжелую крону, боковые ветви располагаются в горизонтальном положении, растения противостоят ветру, буре, дождю и другим внешним воздействиям.

Характерной особенностью клеток механических тканей (стереид) является утолщение их оболочек. Кроме того, клеточные оболочки стереид часто пропитываются лигнином и древеснеют, что значительно повышает их прочность. Клетки механических тканей обычно очень плотно прилегают одна к другой.

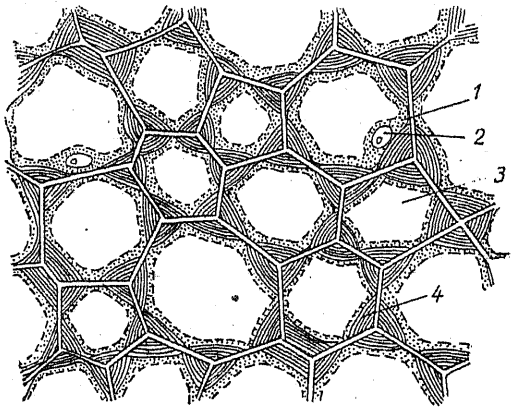


Рис. 39. Уголковая колленхима стебля тыквы:

1 — постенный слой цитоплазмы; *2* — ядро; *3* — вакуоль; *4* — утолщенная оболочка

Классификация. В зависимости от происхождения, расположения в органах растений и комплекса анатомических признаков механические ткани подразделяются на колленхиму, склеренхиму и склереиды (каменистые клетки).

Колленхима. По происхождению колленхима является первичной механической тканью и служит для укрепления молодых растущих органов растений. Чаще всего она располагается непосредственно под эпидермисом стеблей и листьев и преимущественно встречается у двудольных растений. Для колленхимы характерно неравномерное утолщение клеточных оболочек (рис. 39). Если утолщение происходит в углах клеток, образуется уголковая колленхима, если утолщаются тангентальные стенки — пластинчатая колленхима. Оболочка клеток колленхимы состоит из целлюлозы с большим содержанием воды, что, по-видимому, способствует вытягиванию ее при росте органа. Клетки колленхимы живые, часто содержат хлоропласты и имеют паренхимную или вытянутую форму, длина их достигает иногда 1...2 мм.

Склеренхима. Это наиболее важная механическая ткань, которая встречается в органах почти всех высших растений. Клетки склеренхимы имеют прозенхимную форму и представляют собой длинные, очень плотно расположенные волокна с заостренными

концами. Оболочка у них утолщается равномерно и имеет хорошо выраженное слоистое строение. Часто утолщение ее настолько значительно, что полость клетки уменьшается до минимальных размеров, а иногда совершенно исчезает. Оболочка клеток склеренхимы нередко древеснеет и обладает исключительной прочностью и упругостью. По прочности на разрыв она близка к строительной стали, а по силе упругости не уступает инструментальной стали и каучуку. В оболочке клеток склеренхимы по мере ее утолщения образуются четко выраженные поровые каналы.

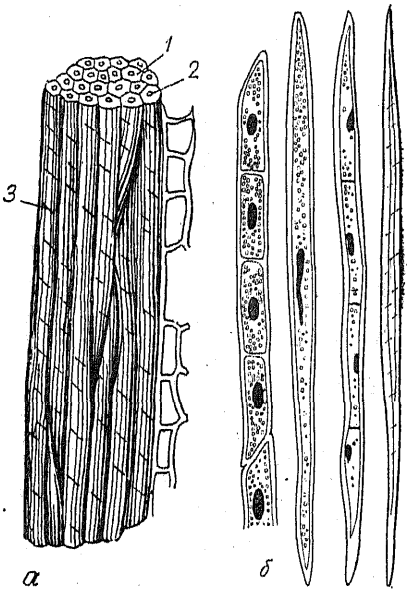


Рис. 40. Склеренхима:

а — лубяные волокна; *б* — древесинные волокна; (либриформ); *1* — утолщенная оболочка; *2* — полость клетки; *3* — поровый канал

В сформировавшейся склеренхиме живое содержимое клеток отмирает, и она, следовательно, представляет собой мертвую механическую ткань (рис. 40). По происхождению склеренхима бывает первичная и вторичная.

В зависимости от особенностей строения и расположения в органах растений склеренхима подразделяется на лубяные и древесинные волокна (либриформ).

Лубяные волокна расположены в периферической части органов и отличаются значительной длиной, достигая у некоторых растений нескольких десятков сантиметров. Так, длина лубяных волокон у конопли составляет 10 мм, у льна — от 40 до 120 мм, у крапивы — 80 мм, у субтропического прядильного растения рами — 500 мм. Оболочки лубяных волокон большинства прядильных растений, за исключением льна, кендыря, рами, обычно скоро одревеснеют на всем протяжении стебля, как это наблюдается у конопли, крапивы, джута и др. Лубяные волокна очень плотно соединены между собой, так как каждое волокно вклинивается своими острыми концами между другими волокнами. Соединяясь друг с другом, лубяные волокна образуют лубяной пучок, называемый в практике техническим волокном. Лубяные волокна используются для изготовления тканей, а более грубые, содержащие значительную примесь лигнина — для выделки канатов, веревок и т. д.

Древесинные волокна (либриформ) имеют длину, не превышающую 2,5 мм, оболочки их всегда древеснеют, но утолщаются обычно менее значительно, чем у лубяных волокон. Помимо

своей основной функции, либриформ может также служить вместилищем для накопления питательных веществ и проведения воды. При этом его клетки сохраняют живое содержимое и имеют тонкие, хотя и одревесневшие оболочки.

Склереиды (каменистые клетки). Они встречаются в различных органах растений — листьях, плодах, корнях, располагаясь поодиночке или образуя скопления. Склереиды представляют собой мертвые клетки с толстой одревесневшей оболочкой и бывают разнообразной формы — округлые, овальные, вытянутые, ветвистые. В оболочке обычно хорошо выражены слоистость и поровые каналы (рис. 41). Наиболее распространены каменистые клетки в мякоти плодов груши, айвы, в скорлупе орехов, косточках плодов вишни, сливы и др. Ветвистые склереиды, встречающиеся в листьях чая, камелии, маслины, носят название опорных клеток.

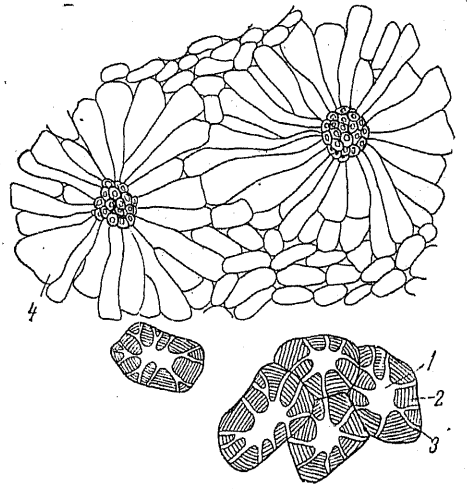


Рис. 41. Каменистые клетки плода груши:

1 — полость клетки; *2* — утолщенная оболочка; *3* — поровые каналы; *4* — клетки мякоти плода

Проводящие ткани

Функции и особенности строения. Функция проводящих тканей заключается в проведении по растению воды с растворенными в ней питательными веществами. Поэтому клетки, из которых состоят проводящие ткани, имеют вытянутую трубчатую форму, поперечные перегородки между ними или полностью разрушаются, или пронизаны многочисленными отверстиями.

Передвижение питательных веществ в растении осуществляется по двум основным направлениям. От корней к листьям поднимаются вода и минеральные вещества, которые растения получают из почвы с помощью корневой системы. От листьев к подземным органам растений передвигаются органические вещества, вырабатываемые в процессе фотосинтеза.

Классификация. Растворенные в воде минеральные и органические вещества, как правило, передвигаются по различным элементам проводящих тканей, которые в зависимости от строения и выполняемой физиологической функции подразделяются на сосуды (трахеи), трахеиды и ситовидные трубки. По сосудам и трахеидам

поднимается вода с минеральными веществами, по ситовидным трубкам — различные продукты фотосинтеза. Однако органические вещества передвигаются по растению не только в нисходящем направлении. Они могут подниматься вверх по сосудам, поступая из подземных органов в надземные части растений.

Возможно передвижение органических веществ в восходящем направлении и по ситовидным трубкам — от листьев к точкам роста, цветкам и другим органам, расположенным в верхней части растения.

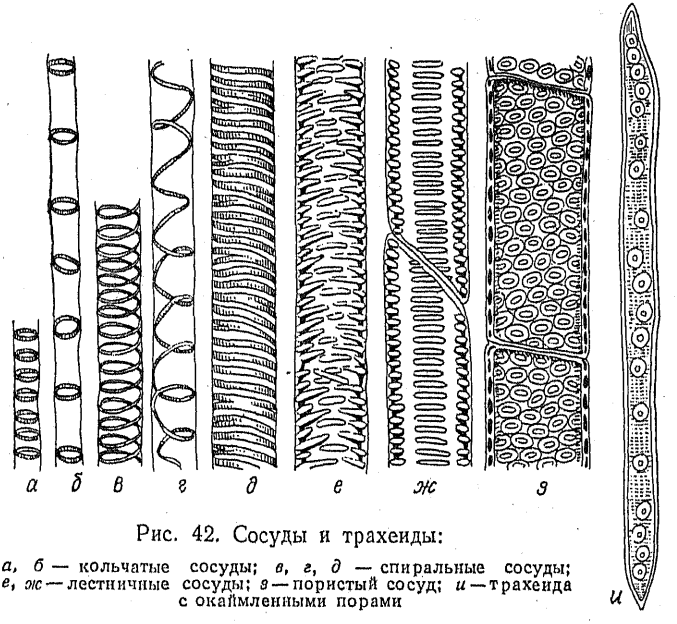


Рис. 42. Сосуды и трахеиды:

а, б — кольчатые сосуды; *в, г, д* — спиральные сосуды; *е, ж* — лестничные сосуды; *з* — пористый сосуд; *и* — трахеида с окаймленными порами

Сосуды и трахеиды. Сосуды состоят из вертикального ряда расположенных одна над другой клеток, между которыми разрушаются поперечные перегородки. Отдельные клетки называются члениками сосуда. Оболочка у них древеснеет и утолщается, живое содержимое в каждом членике отмирает. В зависимости от характера утолщения различают несколько типов сосудов: кольчатые, спиральные, сетчатые; лестничные и пористые (рис. 42).

Кольчатые сосуды имеют в стенках кольцеобразные древеснеющие утолщения, бо́льшая же часть стенки остается целлюлозной. Спиральные сосуды имеют утолщения в виде спирали. Кольчатые и спиральные сосуды характерны для молодых органов растений, так как благодаря особенностям строения не препятствуют их росту. Позднее формируются сетчатые, лестничные и пористые сосуды, с более сильным утолщением и одревеснением оболочки. Наибольшее утолщение оболочки наблюдается у пористых сосудов.

Стенки всех сосудов снабжены многочисленными порами, некоторые из этих пор имеют сквозные отверстия — перфорации. При старении сосудов полость их часто закупоривается тиллами, образующимися вследствие впячивания через поры внутрь сосудов соседних паренхимных клеток и имеющими вид пузыря. Сосуды, в полости которых появляются тиллы, перестают функционировать и заменяются более молодыми. Сформировавшийся сосуд представляет собой тонкую капиллярную трубку (0,1...0,15 мм в поперечнике) и достигает иногда длины в несколько десятков метров (некоторые лианы). Чаще всего длина сосудов колеблется у разных растений в пределах 10...20 см. Сочленение между члениками сосудов может быть горизонтальное или скошенное.

Трахеиды отличаются от сосудов тем, что представляют собой отдельные замкнутые клетки с заостренными концами. Передвижение воды и минеральных веществ осуществляется через разнообразные поры, находящиеся в оболочке трахеид, и поэтому имеет меньшую скорость по сравнению с движением веществ по сосудам. Трахеиды по строению сходны с сосудами (утолщение и одревеснение оболочки, отмирание протопласта), но являются более древним и примитивным водопроводящим элементом, чем сосуды. Длина трахеид колеблется от десятых долей миллиметра до нескольких сантиметров.

Благодаря утолщению и одревеснению стенок сосуды и трахеиды выполняют не только функцию проведения воды и минеральных веществ, но и механическую, придавая органам растений прочность. Утолщения предохраняют водопроводящие элементы от сдавливания соседними тканями.

В стенках сосудов и трахеид образуются различного вида поры — простые, окаймленные и полуокаймленные. Простые поры имеют в сечении чаще всего округлую форму и представляют собой каналец, проходящий через толщу вторичной оболочки и совпадающий с канальцем поры соседней клетки. Окаймленные поры обычно наблюдаются в боковых стенках трахеид. Они имеют вид купола, возвышающегося над стенкой водопроводящей клетки с отверстием наверху. Купол образован вторичной оболочкой и своим основанием граничит с тонкой первичной оболочкой клетки.

У хвойных растений в толще первичной оболочки непосредственно под отверстием окаймленной поры имеется утолщение — торус, который играет роль двухстороннего клапана и регулирует поступление воды в клетку. Торус обычно пронизан мельчайшими отверстиями. Окаймленные поры соседних сосудов или трахеид, как правило, совпадают. Если сосуд или трахеида граничит с паренхимными клетками, получаются полуокаймленные поры, так как окаймление образуется только со стороны водопроводящих клеток (см. рис. 21).

В процессе эволюции происходило постепенное усовершенствование водопроводящих элементов растений. Трахеиды как примитивный тип проводящей ткани характерны для более древних пред-

ставителей растительного мира (мхов, голосеменных), хотя иногда встречаются и у высокоорганизованных растений.

Исходным типом следует считать кольчатые сосуды, от которых далее развитие пошло к наиболее совершенным сосудам — пористым. Происходило постепенное укорочение члеников сосудов при одновременном увеличении их диаметра. Поперечные перегородки между ними приобретали горизонтальное положение и пронизывались отверстиями, что обеспечивало лучшее передвижение воды. В дальнейшем произошло полное разрушение перегородок, от которых в полости сосуда иногда сохраняется небольшой валик.

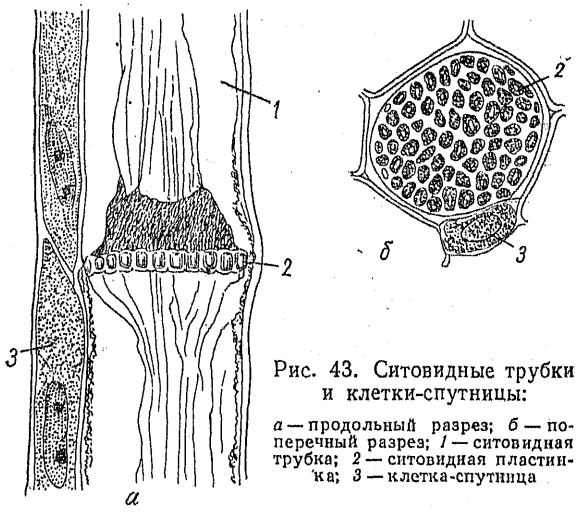


Рис. 43. Ситовидные трубки и клетки-спутницы:

а — продольный разрез; *б* — поперечный разрез; *1* — ситовидная трубка; *2* — ситовидная пластинка; *3* — клетка-спутница

Сосуды и трахеиды, кроме воды с растворенными в ней минеральными веществами, иногда проводят и органические вещества, так называемую пасоку. Это наблюдается обычно весной, когда ферментированные органические вещества направляются из мест их отложения — корней, корневищ и других подземных частей растений — к надземным органам — стеблям и листьям.

Ситовидные трубки. По ситовидным трубкам происходит передвижение растворенных в воде органических веществ. Они состоят из вертикального ряда живых клеток и содержат хорошо выраженную цитоплазму. Ядра очень мелкие и обычно разрушаются при формировании ситовидной трубки. Имеются также лейкопласты. Поперечные перегородки между клетками ситовидных трубок снабжены многочисленными отверстиями и называются ситовидными пластинками. Через отверстия тянутся плазмодесмы. Оболочки ситовидных трубок тонкие, целлюлозные, на боковых стенках имеются простые поры. У большинства растений при развитии ситовидных трубок образуются примыкающие к ним клетки-спутницы, с которыми они связаны много-

численными плазмодесмами (рис. 43). В клетках-спутницах содержатся густая цитоплазма и хорошо выраженное ядро. Клетки-спутницы не обнаружены у хвойных растений, мхов и папоротников.

Длина ситовидных трубок значительно меньше, чем у сосудов, и колеблется от долей миллиметра до 2 мм при очень небольшом поперечнике, не превышающем сотых долей миллиметра.

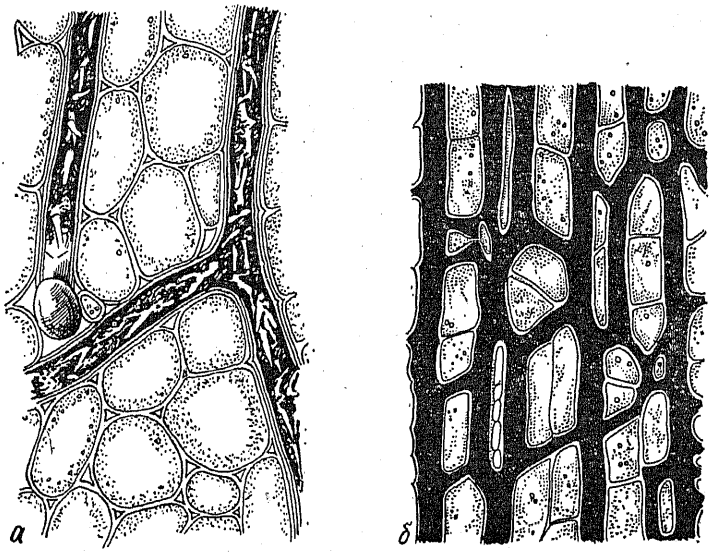


Рис. 44. Млечники на продольном разрезе стебля:
а — нечленистые (молочая); *б* — членистые (осота)

Ситовидные трубки обычно функционируют один вегетационный период. Осенью поры ситовидных пластинок закупориваются, и на них образуется мозолистое тело, состоящее из особого вещества — каллезы. У некоторых растений, например у липы, мозолистые тела рассасываются, и ситовидные трубки возобновляют свою деятельность, однако в большинстве случаев они отмирают и заменяются новыми ситовидными трубками.

Живые ситовидные трубки противостоят давлению соседних тканей благодаря тургору своих клеток, а после отмирания сплющиваются, рассасываются.

Млечные сосуды (млечники). Млечники, встречающиеся у многих цветковых растений, можно отнести и к проводящим, и к выделительным тканям, так как они выполняют разнородные функции — проведение, выделение и накопление различных веществ. Млечные сосуды содержат клеточный сок особого состава, называемый млечным соком, или латексом. Они образованы одной или несколькими живыми клетками, которые имеют целлюлозную обо-

лочку, постенный слой цитоплазмы, ядро, лейкопласты и большую центральную вакуоль с млечным соком, которая занимает почти всю полость клетки. Различают 2 типа млечников — членистые и нечленистые (рис. 44).

Членистые млечники, подобно сосудам и ситовидным трубкам, состоят из продольного ряда вытянутых клеток. Иногда поперечные перегородки между ними растворяются, и образуются сплошные тонкие трубки, от которых отходят многочисленные боковые выросты, соединяющие отдельные млечники между собой. Членистые млечники имеют растения из семейств сложноцветные (астровые), маковые, колокольчиковые и др.

Нечленистые млечники состоят из одной клетки, которая разрастается по мере роста растения. Разветвляясь, они пронизывают все тело растения, но при этом отдельные млечники никогда не соединяются. Длина их может достигать нескольких метров. Нечленистые млечники наблюдаются у растений семейств крапивные, молочайные, кутровые и др.

Млечники обычно недолговечны и, достигнув определенного возраста, отмирают и сплющиваются. При этом у каучуконосных растений латекс коагулирует, в результате чего образуется масса затвердевшего каучука.

Выделительные ткани (выделительная система)

Функции и особенности строения. Выделительные ткани служат для накопления или выделения конечных продуктов обмена веществ (катаболитов), не участвующих в дальнейшем метаболизме, а иногда и вредных для растений. Накопление их может происходить как в полости самой клетки, так и в межклетниках. Элементы выделительных тканей весьма разнообразны — специализированные клетки, каналы, желёзки, волоски и т. п. Совокупность этих элементов представляет собой выделительную систему растений.

Классификация. Различают выделительные ткани внутренней секреции и выделительные ткани наружной секреции.

Выделительные ткани внутренней секреции. К ним относятся различные вместилища выделений, в которых скапливаются такие продукты обмена веществ, как эфирные масла, смолы, дубильные вещества, каучук. Однако у некоторых растений смолы могут выделяться и наружу.

Во вместилищах выделений чаще всего накапливаются эфирные масла. Эти вместилища обычно располагаются среди клеток основной ткани недалеко от поверхности органа. По своему происхождению вместилища выделений подразделяются на схизогенные и лизигенные (рис. 45). Схизогенные вместилища возникают в результате скопления веществ в межклетнике и последующего разъединения и отмирания соседних клеток. Подобные каналообразные выделительные ходы, содержащие эфирное масло, характерны для плодов растений семейства зонтичные (сельдерейные) — укропа,

кориандра, аниса и др. Примером вместилищ схизогенного происхождения могут служить и смоляные ходы в листьях и стеблях хвойных растений.

Лизигенные вместилища возникают в результате накопления продукта выделения внутри клеток, после чего происходит растворение клеточных оболочек. Широко известны лизигенные вместилища эфирных масел в плодах и листьях цитрусовых.

Выделительные ткани наружной секреции. Они менее разнообразны, чем ткани внутренней секреции.

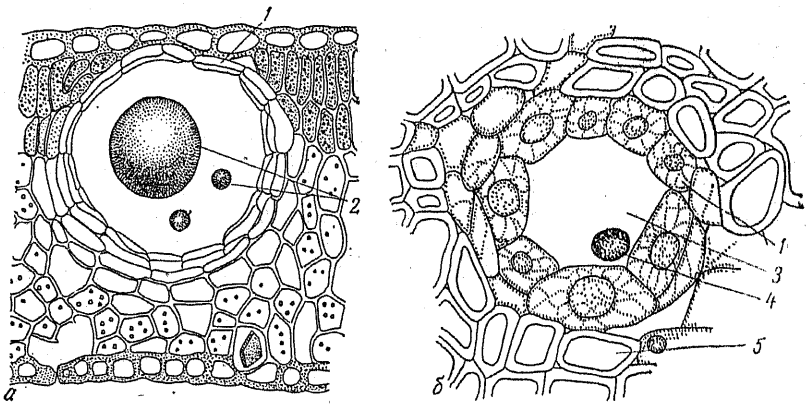


Рис. 45. Выделительные ткани:

а — лизигенное вместилище эфирных масел в листе лимона; *б* — схизогенное вместилище (смоляной ход) в древесине сосны; *1* — клетки эпителия; *2* — капли эфирного масла; *3* — полость смоляного хода; *4* — капля смолы; *5* — склеренхима

Из них наиболее распространены железистые волоски и желёзки, приспособленные к выделению эфирных масел, смолистых веществ, нектара и воды. Желёзки, выделяющие нектар, называются нектарниками. Они имеют разнообразную форму и строение и в основном находятся в цветках, но иногда образуются и на других органах растений. Желёзки, выделяющие воду, играют роль гидатод. Процесс выделения воды в капельно-жидком состоянии называется гуттацией. Гуттация происходит в условиях повышенной влажности воздуха, препятствующей транспирации.

Проводящие пучки

Ткани располагаются в органах растения не изолированно, а обычно образуют сложные комплексы, в которых они связаны единством происхождения и расположения. Примером таких комплексов являются перидерма, корка, а также сосудисто-волокнистые проводящие пучки. Это один из наиболее распространенных комплексов растительных тканей, встречающийся во всех органах растений.

Проводящие пучки представляют собой комплекс 3 тканей — проводящей, механической и основной, каждая из которых выполняет присущую ей функцию. Проводящие пучки пронизывают в виде тонких тяжей все органы растений и заканчиваются в листьях, где их обычно называют жилками. Сорвав лист подорожника, можно увидеть тонкие нити, выступающие из черешка и с трудом поддающиеся разрыву. Это и есть проводящие пучки.

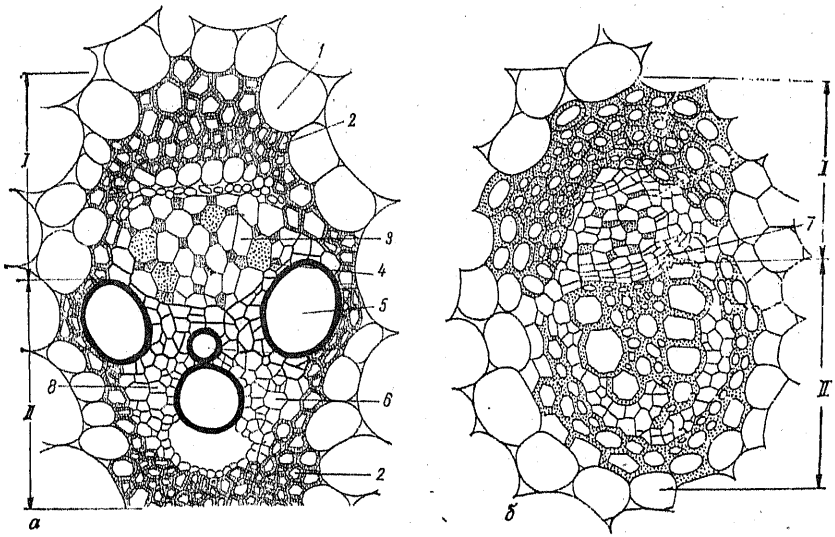


Рис. 46. Проводящие пучки:

а — закрытый пучок стебля кукурузы; *б* — открытый пучок стебля лютика; *I* — флоэма (луб); *II* — ксилема (древесина); *1* — флоэмная паренхима; *2* — склеренхима; *3* — ситовидные трубки; *4* — клетки-спутницы; *5* — сосуды; *6*, *8* — древесинная паренхима; *7* — камбий

Проводящий пучок обычно состоит из 2 частей — флоэмы, или луба, и ксилемы, или древесины, причем флоэма, как правило, обращена к поверхности органа, а ксилема — к его центру (рис. 46). В состав флоэмы входят ситовидные трубки с клетками-спутницами (проводящая ткань), лубяная паренхима (основная ткань) и лубяные волокна (механическая ткань). В состав ксилемы входят сосуды и трахеиды (проводящая ткань), древесинная паренхима (основная ткань) и древесинные волокна, или либриформ (механическая ткань). Поэтому проводящие пучки также называются сосудисто-волокнистыми. Кроме проведения питательных веществ и воды, проводящие пучки в известной степени выполняют механическую функцию, придавая растениям прочность.

Формирование проводящих пучков осуществляется на ранних стадиях развития органов растения за счет деятельности специальной образовательной ткани — прокамбия, который возникает из первичной меристемы конуса нарастания.

Внутренние клетки прокамбия дифференцируются в элементы ксилемы, наружные — в элементы флоэмы.

В результате деятельности прокамбия образуется 2 типа проводящих пучков. Если все клетки прокамбия превращаются в ткани проводящего пучка, то такой пучок неспособен к дальнейшему росту и называется з а к р ы т ы м. Если же между флоэмой и ксилемой остается прослойка клеток, сохранивших способность к делению, т. е. пучковый камбий, проводящий пучок продолжает расти благодаря образованию новых элементов флоэмы и ксилемы и называется о т к р ы т ы м (см. рис. 46). Открытые пучки характерны для двудольных и хвойных растений, стебли и корни которых способны к утолщению. Закрытые пучки наблюдаются обычно у однодольных растений и очень редки у двудольных.

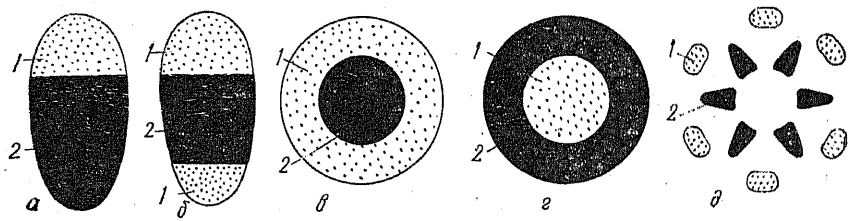


Рис. 47. Типы проводящих пучков:

а — коллатеральный; *б* — биколлатеральный; *в* — концентрический амфикрибральный; *г* — концентрический амфивазальный; *д* — радиальный; *1* — флоэма; *2* — ксилема

Расположение в пучке флоэмы и ксилемы может быть различным, и в связи с этим выделяют следующие типы проводящих пучков: коллатеральные, биколлатеральные, радиальные и концентрические (рис. 47).

В коллатеральном пучке флоэма и ксилема расположены бок о бок, т. е. на одном радиусе органа. Такой тип пучка характерен для листьев, стеблей и корней большинства семенных растений. В биколлатеральных пучках имеется добавочный участок внутренней флоэмы. Такие пучки встречаются лишь у некоторых растений— в семействах тыквенные, пасленовые.

В радиальных пучках флоэма и ксилема чередуются, располагаясь на разных радиусах органа. Радиальные пучки чаще всего встречаются в корнях и всегда являются закрытыми.

В концентрических пучках флоэма окружает ксилему (папоротники) или ксилема окружает флоэму (ландыш, ирис). Концентрические пучки, как правило, наблюдаются в корневищах.

Сосудисто-волокнистые пучки образуют в растении сложную систему, со многими ответвлениями, по которым осуществляется снабжение растения водой и всеми необходимыми питательными веществами.

Глава III. ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ, ИХ ФУНКЦИИ И СТРОЕНИЕ (ОРГАНОГРАФИЯ)

Общие сведения

Каждое растение представляет собой сложный организм, живое существо, жизнедеятельность которого неразрывно связана с окружающей средой. Организм большинства растений расчленен на отдельные части, которые называются органами (корень, стебель, лист и др.). Каждый орган выполняет определенные, свойственные ему функции, и в то же время все органы в своей деятельности взаимосвязаны и тем самым обеспечивают единство растительного организма.

Расчленение тела растения на органы, которые мы видим в настоящее время у высших растений, появилось не сразу. Отдельные органы у растений формировались в процессе длительного исторического развития растительного мира в связи с переходом растений из воды на сушу, с приспособлением их к новым условиям, к наземному образу жизни. Было время, когда растения не имели дифференциации на отдельные органы. Низшие растения (бактерии, водоросли, грибы) как наиболее древние организмы не имеют и теперь расчленения тела на отдельные органы в противоположность высшим растениям.

Появление у высших наземных растений отдельных органов — прогресс в развитии растительного мира на Земле, так как наличие органов обеспечило растениям нормальное развитие в условиях суши. Функции органов неразрывно связаны с особенностями их внешнего и внутреннего строения. Благодаря корням растения получили возможность прикрепляться к почве, сохранять вертикальное положение и потреблять из почвы воду и растворенные в ней минеральные вещества.

Большая поверхность листьев способствует интенсивному протеканию фотосинтеза, газообмена и испарения растениями воды. По стеблю передвигаются растворенные питательные вещества из корней в листья и из листьев в корни. В мире растений встречается большое разнообразие в строении отдельных органов растений.

В зависимости от выполняемых функций органы растений объединяются в 2 большие группы: вегетативные — корень, стебель, лист и все их видоизменения; репродуктивные — цветок, соцветие, плоды и семена (будут рассмотрены ниже, см. раздел «Систематика растений»).

При помощи вегетативных органов у растений осуществляются процессы питания (почвенное и воздушное), рост и вегетативное размножение.

Тело всякого высшего растения состоит, как правило, из главной оси, которая несет на себе боковые придатки. У главной оси растения различают 2 резко отличающиеся по своей структуре и

функциям части: надземную — стебель и подземную — корень. Корень и стебель являются осевыми органами. К боковым придаткам относятся листья, шипы, волоски и др.

Исторически органы растений появились не все сразу. Сначала возник стебель, затем листья и в последнюю очередь — корень (стебель—лист—корень).

Первичными наземными растениями были псилофиты. Эти вымершие растения представляли собой небольшие, до 3 м высоты, древесные растения, с развитой надземной частью — стеблем без листьев, или они были покрыты вместо настоящих листьев мелкими чешуйками — видоизмененными листьями. Псилофиты не имели еще корней. В подземной их части были развиты корневища, которые несли ризоиды — одноклеточные выросты, предшественники корней.

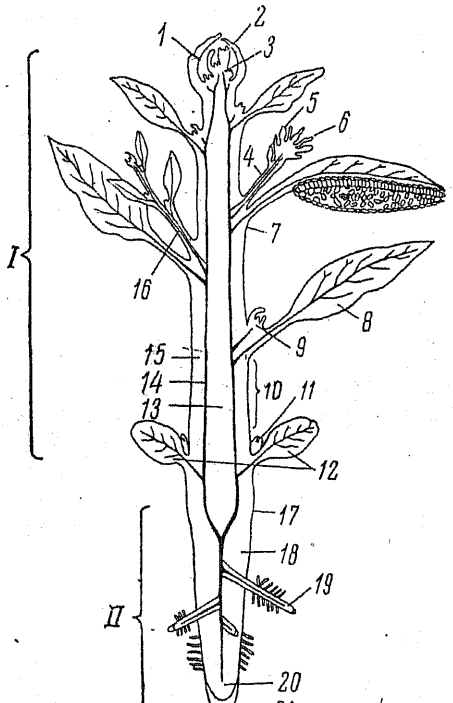


Рис. 48. Расположение органов у двудольного растения:

I — побег; *II* — корень; *1* — верхушка побега; *2* — зачаточные листья; *3* — конус нарастания; *4* — цветоносный побег; *5* — прицветные листочки; *6* — цветок; *7* — стеблевой узел; *8* — лист; *9* — пазушная, или боковая, почка; *10* — междоузлие; *11* — почка в пазухе семядоли; *12* — семядоли; *13* — сердцевина; *14* — проводящие сосуды; *15* — покровные ткани; *16* — пазушная, или боковая, ветвь; *17* — корневая шейка; *18* — главный корень; *19* — боковой корень с корневыми волосками; *20* — кончик корня; *21* — корневой чехлик

У современных высших растений все указанные вегетативные органы заложены уже в зачаточном состоянии в зародыше семени, при прорастании которого сначала появляется корень, затем стебель и, наконец, лист (корень—стебель—лист), т. е. появление органов растения при индивидуальном его развитии происходит в ином порядке, чем появлялись они у растений в историческом прошлом (рис. 48).

Корень

Общие сведения. Типичный корень представляет собой подземный орган, присущий всем высшим растениям (кроме мхов). Корни появились в то время, когда растения вышли из воды и начали заселять сушу. У низших растений (водорослей, грибов, лишайников)

и у некоторых более древних высших растений (мхов) корней нет, их заменяют ризоиды — нитевидные или волосковидные образования, которые внешне напоминают корни, но не имеют такого сложного строения.

Характерными отличительными признаками корня являются: отсутствие на нем цветков, устьиц, листьев или каких-либо их видоизменений. Обычно корень развивается в земле, но бывают исключения. Кончик корня заканчивается корневым чехликом, который никогда не образуется на стебле.

Корень обладает верхушечным ростом, который может протекать безгранично долго, но обычно рост корней в длину рано прекращается ввиду обильного их ветвления. У многих древесных растений рост корней весной начинается до образования листьев. В течение лета рост корней обычно протекает периодически, особенно это хорошо выявлено у древесных растений.

Корень обладает положительным геотропизмом, т. е. он положительно реагирует на земное притяжение, и поэтому растет, как правило, своей верхушкой вниз — в почву, в отличие от стебля, который характеризуется отрицательным геотропизмом и, следовательно, растет верхушкой вверх — от почвы. Главный корень отличается отрицательным фототропизмом, т. е. он растет вниз (в обратную сторону от света). Корень реагирует и на другие факторы окружающей его среды (удобрение, влага, химический состав почвы и др.)., поэтому корень растет неравномерно, часто искривляется и проникает в наиболее благоприятные для его развития слои почвы.

Функции. Корень выполняет следующие функции: 1) при помощи корней растения укрепляются в почве; 2) корни всасывают из почвы воду с растворенными в ней питательными веществами и снабжают ими растение; 3) корень некоторых растений является местом отложения запасных питательных веществ (свекла, морковь); 4) осуществляет синтез некоторых органических соединений; 5) служит для вегетативного размножения.

В процессе жизнедеятельности корни выделяют в почву различные вещества, основной составной частью которых является углекислый газ, а также различные органические кислоты (яблочную, уксусную), сахара и другие вещества. Выделения корней способствуют растворению содержащихся в почве труднорастворимых веществ и делают их более доступными для растений, а также способствуют развитию в почве микроорганизмов, деятельность которых имеет большое значение в питании растений.

Различные растения выделяют в почву через корни неодинаковые вещества и в разном количестве. Под влиянием корневых выделений вокруг корней в непосредственной близости от них создается своеобразная прикорневая зона, или ризосфера, которая благоприятствует развитию микроорганизмов. Ризосфера (сфера корней) разных растений заселена неодинаковыми микроорганизмами, во всех случаях наличие хорошо развитой ризосферы способствует лучшему росту растений.

Корни, поглощая из почвы воду и растворенные в ней вещества, обладают способностью подавать эту воду вверх в стебель и листья. Способность корней нагнетать в стебли воду из почвы называется корневым давлением, которое обычно у растений равно 0,2...0,3 МПа (2...3 ат), а у некоторых растений оно бывает значительно выше. Растения, обладающие очень высоким корневым давлением, произрастают обычно в сухих степях и пустынях, где они поглощают воду из глубоких слоев почвы. Сильное корневое давление способно подать воду по стеблю на высоту до 115 м. Подача корнем воды вверх по стеблю бывает хорошо заметна весной на пнях, на поверхности которых появляется в большом количестве сок.

Корни, как и все другие органы растений, дышат, используя кислород воздуха почвы и одновременно выделяя в почву углекислый газ.

Морфологическое строение. Как уже указывалось, корень закладывается в виде первичного корешка уже в зародыше семени. При прорастании семян из зародышевого корешка развивается либо один, либо несколько настоящих корней. Молодые корни имеют однообразную удлиненно-цилиндрическую форму. Форма же развитых корней разнообразна у различных видов растений: конусовидная, репчатая, цилиндрическая и др.

По происхождению корни делятся на 2 группы: зародышевые и придаточные.

Зародышевые корни. Корни, которые развиваются из зародышевого корешка семени, называются зародышевыми, или первичными. Формируются они у различных растений неодинаково.

У большинства растений при прорастании семени из корешка зародыша развивается один хорошо выраженный корень, который называется главным. По мере роста главный корень значительно утолщается и сильно разветвляется, образуя боковые корни. Такое формирование корня свойственно двудольным растениям, особенно древесным (береза, дуб, груша и др.) и многим травянистым (фасоль, горох, свекла и др.).

У большинства двудольных растений главный корень бывает тоньше, чем стебель, поэтому переход стебля в корень выражен довольно ясно. Этот участок перехода стебля в корень носит специальное название — корневая шейка (см. рис. 48).

У представителей другой группы растений в зародыше семени заложено несколько зародышевых корешков (2...5), которые при прорастании семени развиваются почти одновременно, и не всегда среди них можно выделить главный корень (рис. 49). Такое формирование зародышевых корней свойственно группе однодольных растений (пшеница, овес, ячмень и др.).

Придаточные корни. Часто у растений, кроме главного и боковых корней, развиваются придаточные корни, которые образуются не из зародыша и не из корня, а из других органов растения — из стеблей, листьев, корневищ. Придаточные корни никогда

не развиваются из главного или боковых корней. Наличие придаточных корней хорошо выражено у кукурузы. Придаточные корни образуются у этого растения в несколько ярусов из узлов стебля, расположенных иногда высоко над землей. Разрастаясь, придаточные корни углубляются в землю и выполняют все функции корня. Придаточные корни кукурузы нередко называют неверно воздушными, или ходульными. У таких растений, как фикус, бегония и др., придаточные корни образуются из листьев.

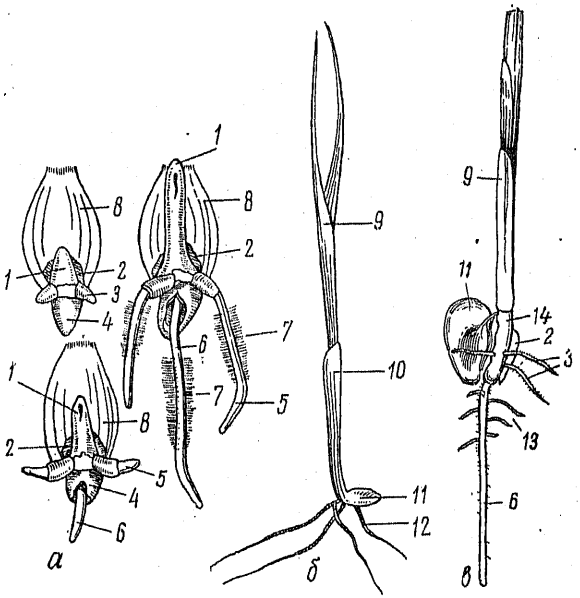


Рис. 49. Внешний вид зародыша по мере прорастания:

а — зародыш пшеницы и его прорастание; *б* — проросток пшеницы; *в* — проросток кукурузы: *1* — колеоптиль (влагалищный лист); *2* — щиток; *3* — придаточный зародышевый корешок, заключенный во влагалище; *4* — влагалище (колеориза) главного корня; *5* — придаточный зародышевый корешок; *6* — главный корень; *7* — корневые волоски; *8* — оболочка зерновки; *9* — первый лист; *10* — колеоптиль; *11* — зерновка; *12* — корни; *13* — боковые корни; *14* — мезокотиль

У многих растений, как например у однодольных (пшеница, рожь, лук и др.), корневая система состоит главным образом из придаточных корней. Придаточные корни часто составляют основную массу корней и у двудольных растений. При вегетативном размножении этих растений, т. е. при размножении их черенками, усами, отводками, клубнями, корневищами, развиваются только придаточные корни. У картофеля, например, при размножении клубнями образуются только придаточные корни, а при размножении семенами формируется хорошо выраженный зародышевый главный корень.

Внешне придаточные корни не отличаются от обычных боковых корней и выполняют те же функции.

Ветвление корня. Корни обладают способностью ветвиться. Разветвления главного корня называют боковыми корнями. Они закладываются эндогенно, в перицикле и через первичную кору выходят наружу.

По мере роста главного корня появляются боковые корни первого порядка, которые в дальнейшем разветвляются и образуют

корни второго порядка, а из них формируются корни третьего порядка и т. д. Ветвление корня способствует увеличению поглощающей и укрепляющей поверхности корня.

Видоизменения (метаморфозы) корней. В зависимости от ряда причин у многих растений наблюдаются значительные изменения в строении корней, что связано с выполнением корнями дополнительных функций. Видоизменениями корней являются: запасающие, ходульные, дыхательные, воздушные, корни-присоски и др.

Запасающие корни. У некоторых растений корни становятся местом отложения питательных веществ. Поэтому они имеют своеобразное строение и сильно утолщенную форму. По форме запасающие корни делят на корнеплоды и корнеклубни.

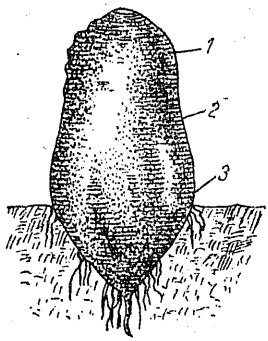


Рис. 50. Строение корнеплода:

1 — головка; *2* — шейка; *3* — корень

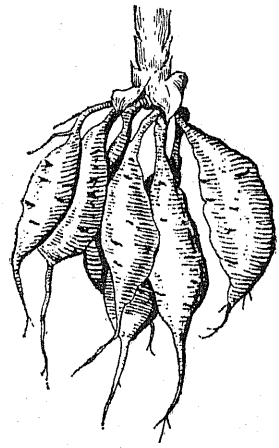


Рис. 51. Корневые клубни георгина

Корнеплод (у свеклы, редьки, моркови, репы и др.) представляет собой утолщенный, сочный, мясистый главный корень. Форма корнеплодов может быть обратноконусовидная, цилиндрическая, веретеновидная, реповидная. Корнеплоды содержат большое количество питательных веществ, и поэтому человек широко использует их для различных целей: в пищу, корм, для получения сахара (сахарная свекла).

У корнеплода различают 3 составные части (рис. 50): головку, шейку и собственно корень, которые имеют различное происхождение.

Головкой корнеплода называют его верхнюю часть, которая несет листья и листовые почки. С морфологической точки зрения головка корнеплода представляет собой укороченный стебель, на нем развивается обычно большое количество листьев, которые образуют прикорневую розетку листьев.

Под головкой расположена ш е й к а корнеплода, она гладкая и не несет на себе ни листьев, ни корней. Шейки, так же как и головки, у различных форм корнеплодов бывают разные — короткие и длинные. В морфологическом смысле шейка корнеплода представляет собой разросшееся подсемядольное колено (гипокотиль) *, т. е. шейка корнеплода имеет также стеблевое происхождение. И только нижняя часть корнеплода является с о б с т в е н н о к о р н е м, сильно утолщенным, на котором образуется большое количество боковых корней.

Корнеплоды в большинстве случаев образуются у двулетних растений (свекла, морковь, брюква и др.) в 1-й год их жизни, в них накапливаются питательные вещества.

У дикорастущих двулетних растений корнеплоды перезимовывают в почве; корнеплоды же культурных растений (свекла, морковь и др.) осенью выкапывают и хранят без листьев в специальных хранилищах. Весной на 2-й год корнеплоды высаживают в почву, и они образуют репродуктивные органы — цветки, плоды и семена.

К о р н е к л у б н и, к л у б н е в и д н ы е к о р н и, к о р н е в ы е ш и ш к и по форме напоминают клубни картофеля, но отличаются от них отсутствием глазков-почек — на утолщенной части. У корнеклубней почки имеются только наверху, у основания корневой шейки. Корневые клубни имеют такие растения, как георгины (рис. 51), батат (сладкий картофель), аконит и др.

Х о д у л ь н ы е к о р н и. Эти корни развиваются у своеобразных тропических мангровых растений. В южных тропических условиях такие растения образуют огромные заросли на приморских, затопляемых приливами, низменных местах. У этих растений в большом количестве формируются корни, полупогруженные в ил, они и называются ходульными. Такие корни бывают хорошо заметны во время отлива (рис. 52).

Д ы х а т е л ь н ы е к о р н и. У некоторых растений боковые корни иногда растут из почвы вверх. Такое расположение корней обычно наблюдается у растений, растущих на местах избыточного увлажнения, особенно хорошо они развиты у тропических болотных растений. При избыточном увлажнении корни растений не могут получить из почвы достаточного количества кислорода для дыхания. Функцию дыхания в таких случаях выполняют частично дыхательные корни, в которые кислород воздуха поступает через чечевички.

В о з д у ш н ы е к о р н и. Многие тропические растения имеют специальные воздушные придаточные корни, которые при помощи особой поверхностной ткани поглощают воду из водяных паров воздуха и атмосферных осадков. Такие корни образуются на ветвях тропических растений (баньян) и растут сверху вниз; у некоторых растений, достигая земли, они сильно утолщаются, укоре-

* Подсемядольным коленом, или гипокотилем, называется участок стебля от корневой шейки до подсемядольного узла, к которому прикрепляются семядоли.

няются и служат растению и опорой, и органом питания. Воздушные корни образуются и у растений-эпифитов. Эпифитами называются растения, которые растут на стволах других растений, используя их в качестве субстрата, но не являются паразитами — они питаются самостоятельно из окружающей среды. Эпифитные растения имеют особенно широкое распространение в тропиках, встречаются редко и в умеренной зоне. К эпифитным растениям относятся орхидеи и др.



Рис. 52. Мангровые деревья:

а — дыхательные корни (видны во время отлива); *б* — ходульные корни

Корни-присоски, или прицепки. Представляют собой измененные воздушные корни. Они развиваются преимущественно у тропических растений с длинными, тонкими стеблями (лианы). При помощи присосок лианы прикрепляются к стоящим рядом деревьям и сохраняют вертикальное положение. У растений паразитов присоски проникают внутрь растения-хозяина и высасывают из него питательные вещества, отчего растение-хозяин в конце концов погибает. Корни-присоски имеются у плюща, текомы, погремка и др.

Корневые отпрыски. Многие растения образуют на своих корнях придаточные почки, из них развиваются надземные побеги, которые называются корневыми отпрысками, или корневой поросльо. Растения, образующие корневые отпрыски, называются корнеотпрысковыми (сирень, осина, желтая акация, вишня и др.). Большое количество корнеотпрысковых ра-

стений имеется среди сорных растений (щавелек, вьюнок, молочай, бодяк, осот и др.), которые сильно засоряют поля.

Симбиоз корней. Высшие растения при помощи корней могут вступать в симбиоз (сожительство) с бактериями или грибами. Наиболее распространенными видами корневого симбиоза являются микориза и симбиоз с клубеньковыми бактериями.

Микориза. Часто внутри или на поверхности корней многих растений поселяются грибы, которые вступают в сложные взаимоотношения с корнями. Такое сожительство, или симбиоз, корней высших растений и грибов носит специальное название — микориза, или грибокорень. Сущность этого вида симбиоза

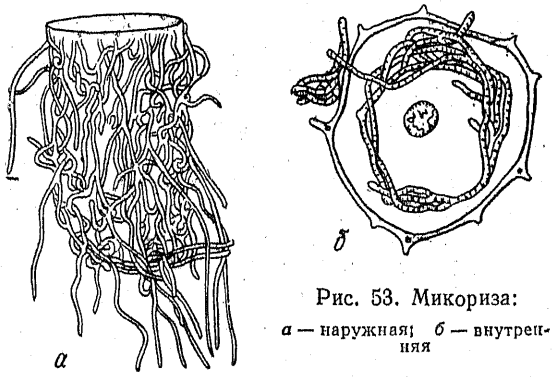


Рис. 53. Микориза:
а — наружная; *б* — внутренняя

заключается в том, что многие почвенные грибы, поселяясь на концах корней высших растений, оплетают их своей грибницей и образуют довольно плотный чехол. Гифы гриба, неглубоко внедряясь в корни, способствуют снабжению растения водой, минеральными солями, растение же поставляет грибу безазотистые органические вещества.

У некоторых растений, особенно у древесных (дуб, сосна, осина и др.), наличие микоризы обязательно, так как у них выработался особый тип питания — микотрофный, без микоризы эти растения развиваются очень плохо. Микоризы существуют не только на древесных растениях, они присущи и травянистым растениям — луговым травам, хлебным злакам и др.

В природе наблюдается определенная специализация разных видов грибов применительно к различным видам растений: на корнях того или иного вида растений поселяется определенный вид гриба.

По строению различают 2 основных типа микоризы (рис. 53): наружную (экзотрофную) и внутреннюю (эндотрофную). При наружной микоризе грибница окружает кончики корня растения в виде плотного чехла, от которого в стороны отходит густая сеть грибных нитей. Этот тип микоризы распространен главным образом на корнях древесных растений (береза, липа, дуб, осина и др.).

При наличии наружной микоризы корневые волоски растений отмирают, и их функции выполняет гриб. Пышно развитая грибница в значительной степени увеличивает поглощающую поверхность корня, что способствует большему поступлению в растение воды и растворенных в ней минеральных веществ.

При внутренней (эндотрофной) микоризе грибы поселяются не на поверхности корня, а проникают вглубь. Клетки корня, в которые проникает гриб, остаются живыми, а грибница постепенно разрушается, и их содержимое усваивается клетками растения. Внутренняя микориза чаще встречается у травянистых растений.

Наличие грибницы на корнях растений было отмечено еще в первой половине XIX в., но значение микоризы в жизни высших растений было выявлено лишь в 1881 г. русским ученым Ф. М. Каменским.

Позднее проф. М. С. Воронин (1885) установил тесную связь в произрастании шляпочных грибов с определенными видами древесных растений (подберезовик, подосиновик и др.).

Симбиоз с клубеньковыми бактериями. Кроме микоризы, существует симбиоз высших растений с бактериями. Этот тип симбиоза свойствен главным образом бобовым растениям (акации, клеверу, гороху, вике и др.). При симбиозе с клубеньковыми бактериями на корнях бобовых растений образуются особые наросты, вздутия, которые обычно называются клубеньками. Появление таких клубеньков на корнях вызвано жизнедеятельностью особых клубеньковых бактерий, поселяющихся в корнях бобовых растений. Эти бактерии проникают в корни растений из почвы через тонкие стенки корневых волосков.

Под влиянием бактерий происходят усиленное размножение и увеличение в размерах периферийных паренхимных клеток корня, в которых поселяются бактерии. В результате клетки корня разрастаются, и на нем образуются наросты — клубеньки, в которых находится колония бактерий. У клубеньковых бактерий, как и у грибов, образующих микоризу, существует определенная специализация. В корнях отдельных видов бобовых растений поселяются определенные расы бактерий, которые способствуют созданию различных по форме корневых клубеньков (рис. 54). Например, клубеньковые бактерии гороха не могут жить в корнях фасоли или люпина и наоборот.

Размер клубеньков колеблется от булавочной головки до крупной горошины. Физиологическая роль клубеньковых бактерий заключается в том, что они обладают способностью усваивать и связывать свободный азот воздуха, к чему неспособны высшие растения. Таким образом, клубеньковые бактерии в результате симбиоза с бобовыми растениями улучшают их азотное питание, а при отмирании корней обогащают почву азотом, что способствует лучшему росту других растений. Открыл клубеньковые бактерии в 1866 г. русский ученый М. С. Воронин.

Корневые системы. Совокупность всех корней одного растения и их ответвлений называется корневой системой. Мощность и строение корневой системы зависят от характера ветвления корней, от образования придаточных корней и от внешних условий (почва, удобрения). Различают 2 основных типа корневых систем: стержневую и мочковатую (рис. 55).

Стержневая корневая система характеризуется наличием хорошо выраженного главного корня, который образует стержень

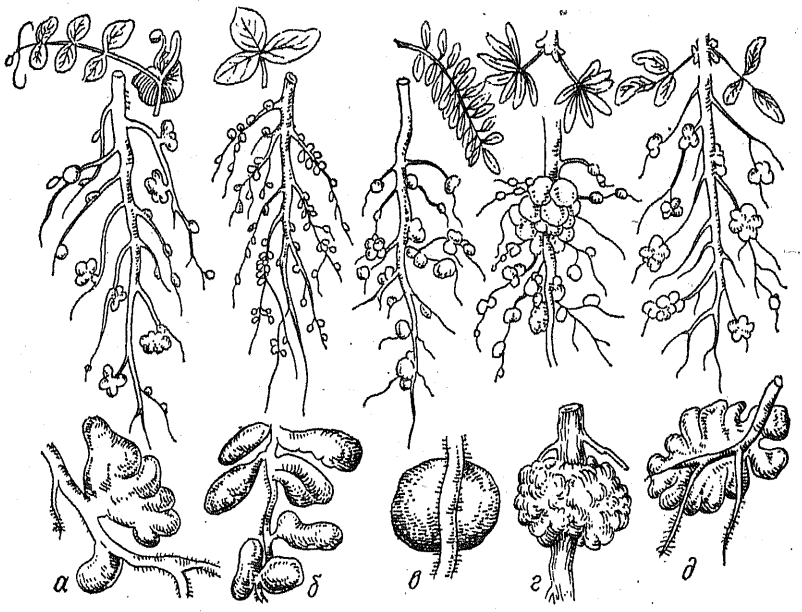


Рис. 54. Клубеньки на корнях бобовых растений:
а — гороха; *б* — клевера красного; *в* — сераделлы; *г* — люпина; *д* — донника

корневой системы с хорошо развитыми боковыми корнями. Стержневая корневая система свойственна представителям двудольных растений, особенно хорошо она развита у древесных растений.

Мочковатая корневая система в отличие от стержневой не имеет ясно выраженного главного корня. У растений с мочковатой корневой системой (злаки — пшеница, овес, ячмень и др.) из зародыша семени формируется несколько почти равнозначных первичных корней, более развитый из них является главным.

При дальнейшем росте растения, кроме зародышевых корней, которые часто совсем отмирают, образуется большое количество придаточных корней. Эти корни формируются на нижних узлах стебля; развиваясь, они создают мочковатую корневую систему и выполняют основные функции — поглощение питательных веществ из почвы и укрепления в ней растений. С точки зрения историче-

ского развития сначала у растений появилась стержневая корневая система. Мочковатая корневая система вторичного происхождения, она появилась позднее в процессе приспособления растений к окружающей среде.

Корни растений проникают на большую глубину в почву и сильно разрастаются в ширину. Нередко растения образуют корневую систему в 2...3 яруса, чему способствует расположение в почве питательных веществ и влаги (рис. 56). У таких растений, как хлебные злаки (пшеница, рожь, ячмень, кукуруза), корни могут проникать на глубину 1,2...2 м, у корнеплодов длина корневой системы

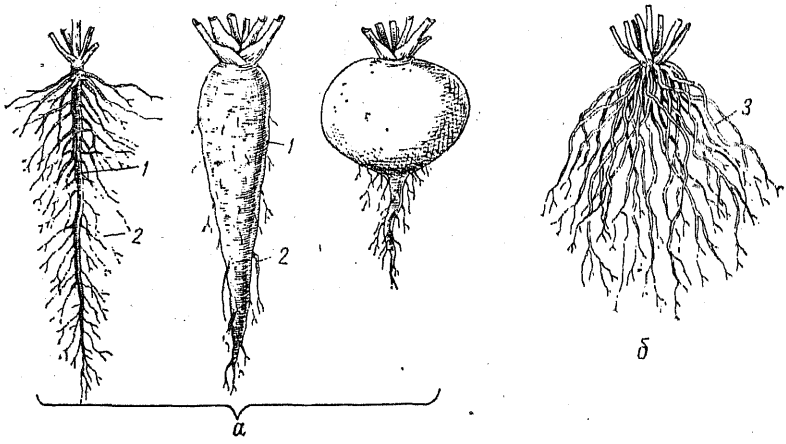


Рис. 55. Типы корневых систем:

а — стержневая; *б* — мочковатая; *1* — главный корень; *2* — боковые корни; *3* — придаточные корни

достигает 1,5...2 м. Из травянистых растений длинную корневую систему имеют люцерна — до 5...10 м и больше, клевер — 3 м, а у верблюжьей колючки корень проникает в песчаных почвах пустынь на глубину до 15...20 м. Но основная масса корней у однолетних растений сосредоточена в пахотном горизонте, на глубине 30...40 см. У древесных растений корни проникают на глубину до 10...15 м и больше.

Велика и площадь, занятая корневой системой различных растений. У древесных растений диаметр корневой системы намного превышает диаметр кроны и достигает 10...18 м.

Благодаря сильному разветвлению корни имеют огромную всасывающую поверхность, о чем можно судить хотя бы по нескольким примерам. Например, общая длина корневой системы у одного растения хлебных злаков (пшеницы, овса, ячменя) при обычных условиях выращивания, если все корни и корневые волоски вытянуть в одну линию, будет равна 20 км. Длина всех корней одного растения озимой ржи или риса, выращенного в специальных ящиках, достигает свыше 630 км. Обычно общая длина корневой системы на-

много превышает длину надземной части того же растения. Суточный прирост корней у таких растений равняется примерно 5 км, а общая поверхность корней достигает 225 м², что превышает площадь надземной массы в 130 раз.

Корневая система растений обладает не только большой длиной, она велика и по массе. Считается, что масса корней озимой ржи равняется 3...4 т/га. Масса сухих корней многолетних травосмесей в пахотном слое бывает еще больше — 4...7 т/га.

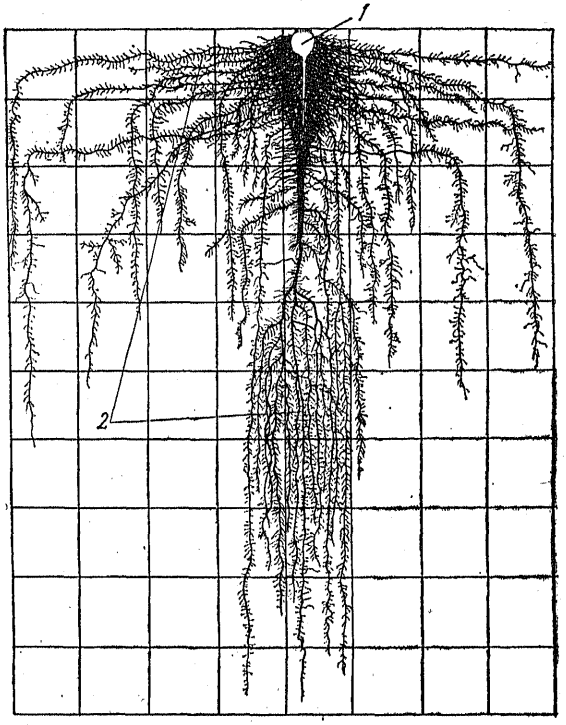


Рис. 56. Корневая система сахарной свеклы:
1 — корнеплод; *2* — корневая система

Развитие корней у растений связано с внешней средой. Особенно существенное влияние на распределение и проникновение корней оказывает такой фактор, как влага. Например, в условиях пустынь корни верблюжьей колючки проникают на большую глубину (до 15...20 м) к подземной влаге. На болотных же почвах при избытке влаги корни растений развиваются главным образом в верхних слоях почвы, где они обеспечены достаточным количеством воздуха и влаги.

Большое значение в развитии корней имеет почва, на которой произрастают растения. На песчаных, легких почвах корневая си-

стема растений проникает глубже (рис. 57). На Крайнем Севере, где почва в течение лета оттаивает на незначительную глубину, корневая система развивается не в вертикальном направлении, а в горизонтальном. На черноземных, богатых питательными веществами почвах, у растений развивается более мощная корневая система. У культурных растений развитие корневой системы зависит от качества обработки почвы, удобрения, полива и ухода за растениями.

Урожай всех возделываемых растений неразрывно связан с развитием корневой системы. Чем лучше развита корневая система, чем мощнее ее всасывающая часть, тем большее количество питатель-



Рис. 57. Корневая система сосны:
а — на сфагновом болоте; *б* — на песчаной почве

ных веществ поступает в надземную часть растения и, следовательно, тем выше получается урожай.

Анатомическое строение корня. *Зоны корня.* Корень на своем протяжении имеет неодинаковое строение. Он состоит из четырех участков, или зон, которые отличаются анатомическими особенностями и выполняют различные физиологические функции: 1) зона делящихся клеток; 2) зона роста, или растяжения; 3) зона специализации, или всасывания; 4) зона проведения, или боковых корней (рис. 58).

Зона делящихся клеток. Эта зона находится на кончике корня и состоит из клеток первичной меристемы, образующих конус нарастания. В отличие от конуса нарастания стебля верхушечная меристема корня образует новые клетки в двух направлениях — кнаружи от кончика корня и внутрь от него. Из наружных клеток формируется корневой чехлик, защищающий нежную образовательную ткань от повреждений при внедрении в почву. Клетки чехлика часто содержат крахмальные зерна и обладают высоким тургором, а также способны ослизняться, благодаря чему они раздвигают частицы почвы и этим способствуют продвиже-

нию корня. Клетки корневого чехлика легко отстают одна от другой вследствие разрушения межклеточного вещества и шелушатся под воздействием механических факторов. Чехлик постоянно нарастает за счет верхушечной меристемы корня. У однодольных растений имеется специальный калиптрогенный* слой, образующий чехлик. У водных растений корневой чехлик обычно отсутствует. В результате деления и первоначальной дифференциации клеток первичной меристемы в этой зоне обособляются дерматоген, периблема и плерома, которые дают начало всем постоянным тканям корня. Зона делящихся клеток имеет длину 2...3 мм и хорошо видна невооруженным глазом, так как отличается от следующей зоны желтоватым оттенком и большей плотностью. Клетки ее заполнены густой зернистой цитоплазмой и почти не имеют вакуолей.

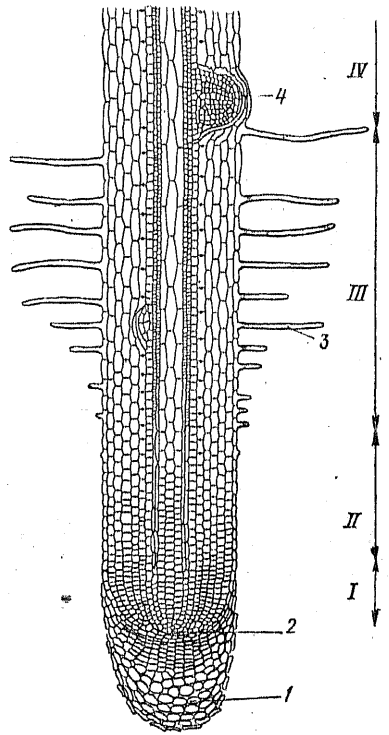


Рис. 58. Зоны корня:

I — зона делящихся клеток; *II* — зона роста; *III* — зона специализации; *IV* — зона проведения; *1* — корневой чехлик; *2* — калиптроген; *3* — корневые волоски; *4* — заложение бокового корня

Зона роста, или растяжения. Здесь деление клеток первичной меристемы прекращается, они вытягиваются по длине корня и в них появляются вакуоли. В этой зоне осуществляется удлинение корня. Протяженность ее составляет несколько миллиметров.

Зона специализации, или всасывания. В этой зоне клетки первичной меристемы специализируются и дают начало различным тканям — покровной, проводящей, основной, характерным для первичного строения корня. Эпиблема образует здесь корневые волоски, всасывающие из почвы воду с минеральными веществами. Корневые волоски функционируют недолго (10...20 дней) и вскоре отмирают. Вместо них формируются новые корневые волоски на молодом участке корня, выросшем за это время из первичной меристемы конуса нарастания. Таким образом, зона специализации все время занимает одинаковый по длине участок, почти на одном и том же расстоянии от кончика корня. Она обычно имеет длину в несколько сантиметров.

---

* Калиптра — чехлик.

Зона проведения, или боковых корней. Эта зона занимает всю остальную часть корня — от зоны специализации до корневой шейки — и имеет наибольшую протяженность, достигая у некоторых растений нескольких метров длины. По ней вода с минеральными веществами поступает ко всем органам растения. В зоне проведения у двудольных растений формируются ткани, характерные для вторичного строения корня, образуются боковые корни; здесь в основном корень укрепляется в почве.

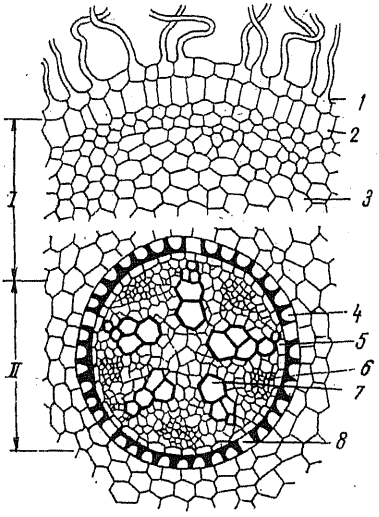


Рис. 59. Первичное строение корня (поперечный разрез в зоне всасывания):

I — первичная кора; *II* — центральный цилиндр; *1* — эпиблема; *2* — экзодерма; *3* — мезодерма; *4* — эндодерма; *5* — перицикл; *6* — флоэма; *7* — ксилема; *8* — пропускная клетка

Первичное строение корня. В первичном строении, которое формируется в зоне специализации (всасывания) корня, выделяют эпиблему, первичную кору и центральный цилиндр (рис. 59).

Эпиблема. Начало эпиблеме дает наружный слой клеток конуса нарастания, т. е. дерматоген. Строение клеток эпиблемы тесно связано с выполняемой корнем в этой зоне функцией всасывания. Оболочки их тонкие, легко проницаемые для воды, не имеют кутикулы. В эпиблеме отсутствуют устьица. Клетки ее обладают способностью образовывать корневые волоски; исключение составляет эпиблема водных растений, у которых корневые волоски или полностью отсутствуют, или образуются в небольшом количестве.

Корневой волосок представляет собой вырост клетки эпиблемы и имеет форму замкнутой на конце трубочки длиной от 0,15 до 1 см и несколько микрометров в поперечнике. В конец корневого волоска переходит клеточное ядро и бóльшая часть цитоплазмы (рис. 60).

Обычно у травянистых растений корневые волоски длиннее, чем у древесных. У некоторых злаков длина их достигает 2 мм. Количество корневых волосков на 1 мм^2 у разных растений различно и в среднем составляет у кукурузы 425, у яблони — около 300, у гороха — 230. Общая длина корневых волосков у сеянца яблони достигает 3000 м. Количество и длина корневых волосков зависят от условий внешней среды: чем суше почва, тем более интенсивно идет их развитие, в воде корневые волоски, как правило, не образуются.

Оболочка корневых волосков у некоторых растений может утолщаться и древеснеть, сохраняя при этом способность всасывать

воду. Такие волоски функционируют значительно дольше (иногда до двух лет).

Поверхность корневых волосков покрыта слоем слизистого вещества, склеивающего их с частицами почвы, поэтому на вынутых из почвы корнях всегда остаются ее частицы.

Первичная кора. Эта часть корня формируется из периблемы — среднего слоя меристематических клеток конуса нарастания и представляет собой комплекс нескольких специализированных тканей: экзодермы, мезодермы и эндодермы.

Экзодерма — самый наружный участок первичной коры, расположенный непосредственно за эпидермисом. Она может состоять из одного или нескольких слоев плотно сомкнутых клеток, оболочки которых несколько утолщены и при отмирании эпиблемы обычно подвергаются опробковению. Экзодерма является временным (до образования пробки) защитным слоем корня.

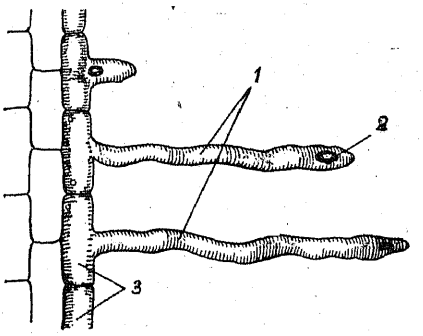


Рис. 60. Образование корневых волосков: *1* — волосок; *2* — ядро; *3* — клетки эпиблемы

Мезодерма состоит из рыхло расположенных, тонкостенных клеток поглощающей паренхимы и представляет собой основную массу первичной коры корня. По клеткам поглощающей паренхимы вода с минеральными веществами, извлеченными из почвы корневыми волосками, подается в сосуды центрального цилиндра корня. В клетках мезодермы могут накапливаться большие запасы питательных веществ.

Эндодерма является внутренним слоем первичной коры корня и окружает центральный цилиндр. Обычно эндодерма состоит из одного слоя плотно сомкнутых клеток. Оболочки клеток эндодермы, за исключением участка, обращенного к эпиблеме, утолщаются и пробковеют, содержимое клеток отмирает. В кольце эндодермы против лучей ксилемы находятся специальные пропускные клетки с тонкими целлюлозными оболочками и живым содержимым, через которые вода проникает в центральный цилиндр. Обмен веществ между первичной корой и центральным цилиндром совершается только через пропускные клетки эндодермы.

Центральный цилиндр. Эта часть корня формируется из плеромы — внутреннего слоя клеток конуса нарастания. Наружный слой центрального цилиндра — перицикл. У большинства растений он состоит из одного слоя живых тонкостенных клеток и представляет собой образовательную ткань с периодической деятельностью. Перицикл является корнеродным слоем, так как в нем закладываются боковые корни. Перицикл дает также начало кам-

бию при переходе ко вторичному строению корня, а иногда пробковому камбию и придаточным почкам, которые могут развиться в корневую поросль.

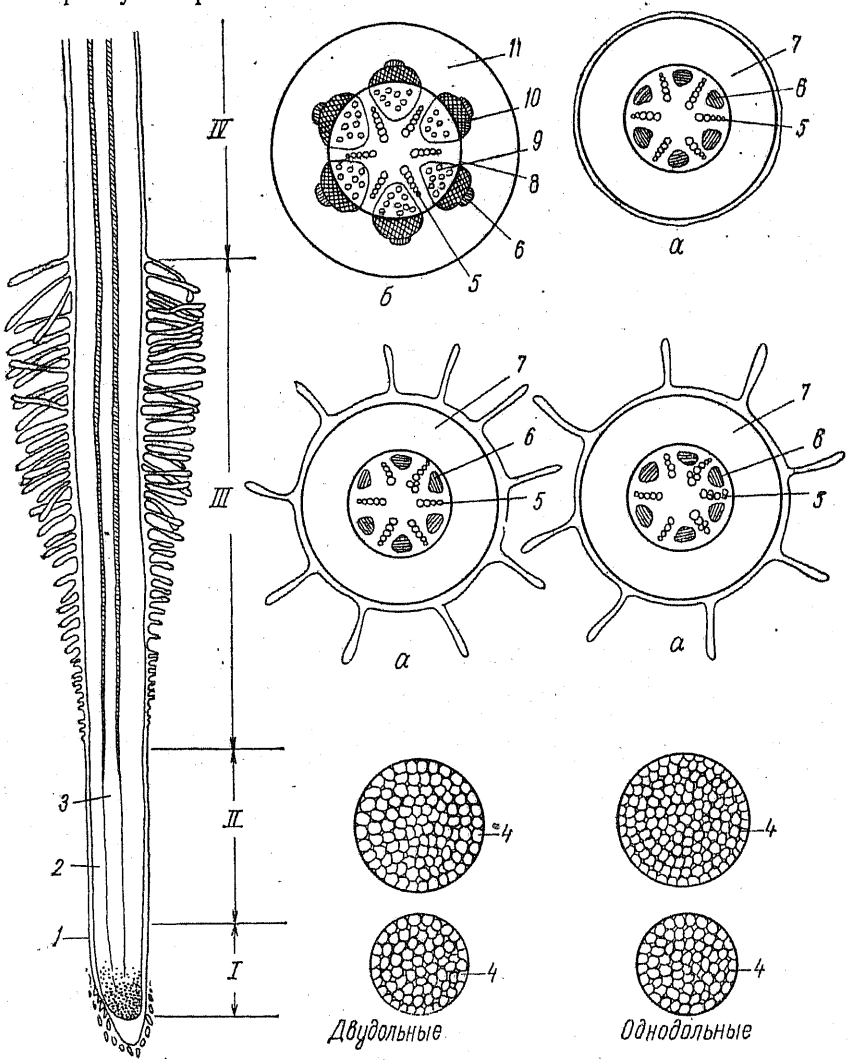


Рис. 61. Развитие корня у двудольных и однодольных растений:

а — первичное строение; *б* — вторичное строение; *I* — зона делящихся клеток; *II* — зона роста; *III* — зона специализации; *IV* — зона проведения; *1* — дерматоген; *2* — перибле́ма; *3* — плерома; *4* — первичная меристема; *5* — первичная ксилема; *6* — первичная флоэма; *7* — первичная кора; *8* — камбий; *9* — вторичная ксилема; *10* — вторичная флоэма; *11* — вторичная кора

Проводящая система в корне первичного строения представлена радиальным пучком. В зависимости от числа лучей ксилемы

и числа чередующихся с ними участков флоэмы различают пучки однолучевые, двухлучевые, трехлучевые и т. д. Если число лучей ксилемы более 4, то пучок называется многолучевым. Радиальный пучок всегда закрытый, следовательно, особенностью первичного строения корня является отсутствие камбия. В центре корня может находиться крупный сосуд или клетки древесинной паренхимы, в которых иногда накапливаются питательные вещества.

Первичное строение корня у однодольных растений наблюдается не только в зоне специализации (всасывания), но и в зоне проведения (рис. 61), вследствие чего корни их неспособны к вторичному утолщению.

Вторичное строение. Для двудольных растений в зоне проведения характерно вторичное строение корня, обеспечивающее рост его в толщину.

Переход ко вторичному строению начинается с образования вторичной меристемы — камбия. Начало камбию дают перицикл и клетки основной ткани корня, в результате чего образуется сплошной камбиальный слой, имеющий вначале неправильную форму. Камбий закладывается таким образом, что первичная ксилема оказывается от него к центру, а первичная флоэма — к поверхности корня (рис. 62). В промежутках между лучами первичной ксилемы (под первичной флоэмой) камбий кнаружи образует вторичную флоэму и внутрь — вторичную ксилему, расположенные коллатерально. Над лучами первичной ксилемы камбий формирует паренхимные клетки радиальных лучей. Ввиду того, что элементов вторичной ксилемы образуется гораздо больше, чем элементов вторичной флоэмы, камбий постепенно приобретает форму правильной окружности. При этом первичная флоэма под давлением вторичных элементов сплющивается и постепенно рассасывается. Первичная ксилема сохраняется в центре корня, непосредственно соединяясь со вторичной ксилемой (рис. 63).

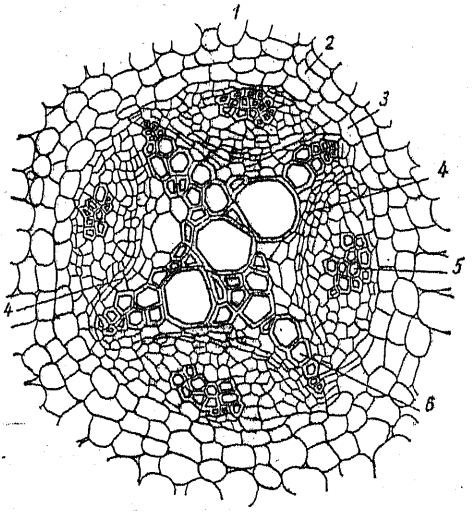


Рис. 62. Переход ко вторичному строению корня (заложение камбиального кольца):

1 — внутренние слои первичной коры; *2* — эндодерма; *3* — перицикл; *4* — камбий; *5* — первичная флоэма; *6* — первичная ксилема

В процессе развития вторичного строения корня из перицикла возникает пробковый камбий, который образует пробковую ткань, примыкающую к эндодерме. Состоящая из отмерших клеток пробка

изолирует первичную кору от внутренних тканей корня, что вызывает ее отмирание и сбрасывание. Этот процесс в практике часто называют линькой корня. Первичная кора заменяется вторичной, которая образуется благодаря деятельности камбия.

Строение корнеплодов. Корнеплоды выполняют функцию накопления питательных веществ и в связи с этим отличаются некоторыми анатомическими особенностями. Различают 3 типа строения корнеплодов: редьки, моркови и свеклы (рис. 64).

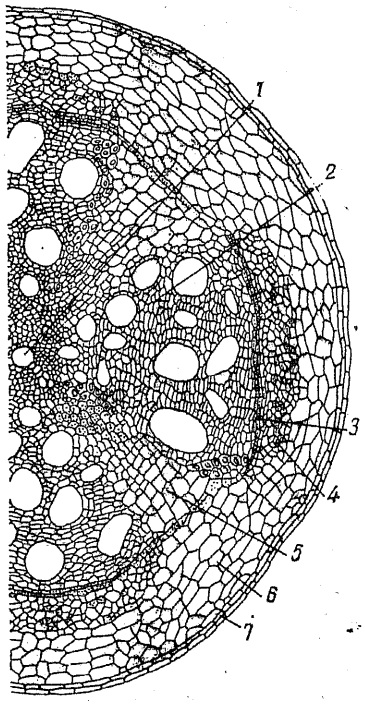


Рис. 63. Вторичное строение корня тыквы:

1 — первичная ксилема; *2* — вторичная ксилема; *3* — камбий; *4* — вторичная флоэма; *5* — радиальный луч; *6* — паренхима вторичной коры; *7* — пробка

Тип редьки. У корнеплодов типа редьки (репа, редька, брюква, турнепс) накопление питательных веществ происходит в ксилемной паренхиме, в результате чего бóльшую часть корнеплода занимает ксилема. Флоэма развита слабо и представлена узким периферическим слоем. Между флоэмой и ксилемой расположено кольцо камбия.

Тип моркови. У корнеплодов типа моркови (петрушка, морковь, пастернак) накопление питательных веществ происходит во флоэмной паренхиме. Поэтому флоэма развита очень сильно и значительно преобладает над ксилемой. Камбий находится гораздо ближе к центру, чем у корнеплодов типа редьки.

Тип свеклы. Особенностью строения корнеплода свеклы является наличие нескольких одновременно функционирующих камбиальных колец, возникающих из перицикла и клеток основной ткани. В результате их деятельности образуются изолированные проводящие пучки, окруженные запасающей паренхимой, в которой происходит накопление питательных веществ. На поперечном разрезе корнеплода столовой свеклы хорошо видно чередование более светлых колец (камбий и образованные им проводящие пучки) с более темными (запасающая паренхима). Число камбиальных колец у некоторых сортов свеклы может достигать 8...10 и даже более. Благодаря наличию нескольких слоев камбия такое строение получило название третичного в отличие от вторичного, для которого характерно только одно камбиальное кольцо. Третичное строение корня встречается довольно редко,

поэтому его часто называют аномальным. Кроме свеклы, оно наблюдается у шпината и других растений семейства маревые.

Корнеплоды всех типов строения характеризуются двухлучевым пучком первичной ксилемы и с поверхности покрыты пробковой тканью.

Использование корней. Человек широко использует корни для удовлетворения своих потребностей. В пищу он употребляет различные корнеплоды — морковь, репу, свеклу, брюкву, редьку

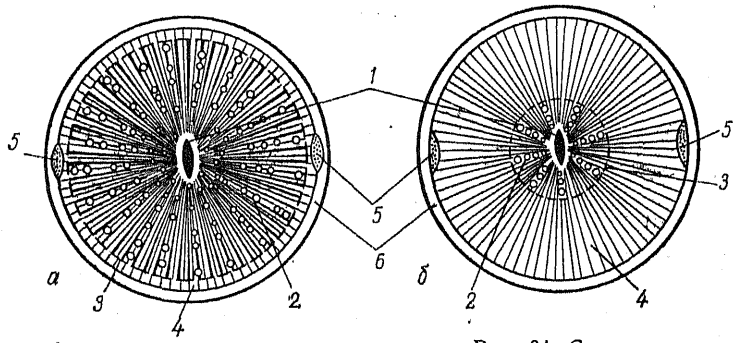
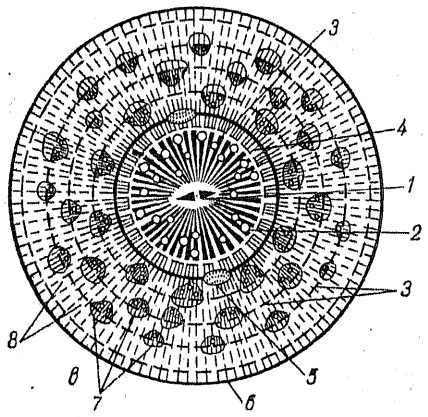


Рис. 64. Схема строения корнеплодов:

а — тип редьки; *б* — тип моркови; *в* — тип свеклы; *1* — первичная ксилема; *2* — вторичная ксилема; *3* — камбий; *4* — вторичная флоэма; *5* — первичная флоэма; *6* — перидерма; *7* — проводящие пучки; *8* — запасающая паренхима



и др. Используются корнеплоды и на корм. Корнеплоды сахарной свеклы перерабатывают для получения сахара. Корни многих растений (валериана, женьшень, ревень и др.) широко применяются для приготовления различных лекарств. Корни некоторых растений (сельдерей, петрушка и др.) используются в пищу как приправа.

Стебель и побег

Общие сведения. Стебель представляет собой надземный осевой вегетативный орган высших (листостебельных) растений, обладающий, как правило, верхушечным ростом. В зачаточном состоянии стебель, как и корень, имеется в зародыше семени, при прорастании которого выходит на поверхность почвы. Стебель, следовательно,

является восходящей осью растения. У древесных растений главный стебель называется стволом.

В отличие от корня стебель характеризуется отрицательным геотропизмом, т. е. он растет в противоположную сторону от действия силы притяжения Земли, положительным фототропизмом, а не отрицательным, как корень, и растет к источнику света. Поэтому, как правило, стебель растет вверх, но иногда стебли в верхней части растут вниз, образуя плакучие формы растений (некоторые формы ивы, березы и др.).

Функции. Стебель в жизни растений выполняет 2 главные функции. Первая основная его функция заключается в образовании листьев и ветвей, что способствует увеличению общей поверхности растения — его кроны, что в свою очередь имеет большое значение для воздушного питания растения (фотосинтеза), дыхания и испарения воды. Вторая функция стебля заключается в обеспечении двухстороннего передвижения растворенных веществ по растению от корней к листьям и от листьев к корням. По стеблю из корней в листья поступает вода с растворенными в ней питательными веществами. Из листьев по стеблю передаются в корни питательные растворенные пластические (органические) вещества, созданные листьями.

У древесных растений вода с растворенными в ней веществами поднимается из корней по стеблю на очень большую высоту — до 20...120 м. Такое высокое поднятие воды объясняется наличием в растениях сосущей силы клеток, которая обусловливается осмотическим давлением клеток, а также действием корневого давления. Поднятию воды в растениях по стеблю способствует также сосущая сила листьев, которая образуется вследствие испарения (транспирации) ими воды.

Кроме этих двух основных функций, стебель у некоторых растений выполняет функции органа ассимиляции, органа, запасающего питательные вещества (клубни, корневища и др.), органа вегетативного размножения, органа защиты (колючки).

Морфологическое строение. Стебель по сравнению с корнем отличается бо́льшим разнообразием морфологического строения.

Разнообразие стеблей по форме. Стебли по форме бывают: цилиндрические (злаки, бобовые и др.), трехгранные (осоки), четырехгранные (шалфей, яснотка, мята), ребристые (купырь лесной, дягиль, борщевик), крылатые (чина лесная, чертополох), реже встречаются сплюснутые стебли. В растительном мире цилиндрическая форма стебля встречается чаще других.

На поперечном разрезе стеблей легко обнаружить, что у одних растений стебли внутри целиком заполнены сердцевиной, у других они пустые. Стебли, заполненные в середине, называются в ы п о л н е н н ы м и, такие стебли встречаются у большинства растений. Стебель, не заполненный в середине, называется п о л ы м. Полые стебли имеют большинство злаков, зонтичные и др. У злаков стебель называется с о л о м и н о й. Соломина на поперечном разрезе

круглая, стенки ее тонкие, но твердые. Соломина полая в междоузлиях, но выполнена в узлах. Узлы соломины обычно толще, чем остальная часть стебля, а потому хорошо заметны (пшеница, овес, ячмень, пырей, тимофеевка, бамбук и др.). У некоторых злаков (кукуруза, сорго, суданская трава) стебли не полые, а выполненные.

Типы стеблей по характеру их роста. В зависимости от характера роста различают стебли: прямостоячие, ползучие, вьющиеся, цепляющиеся и др. Большинство растений, особенно древесные, кустарниковые и многолетние травянистые, имеет стебли прямостоячие. Их стебли растут вертикально или несколько наклонены по отношению к почве (береза, яблоня, дуб, роза). У многих травянистых растений стебли у основания растут почти параллельно почве, а затем, постепенно приподнимаясь, начинают расти вверх; такие стебли называют приподнимающимися (куриное просо, горные формы тимофеевки, спорыш).

Ползучие стебли растут не вертикально, а лежат на земле. Такие стебли имеют длинные тонкие междоузлия и способны легко укореняться в своих стеблевых узлах (клевер ползучий, живучка ползучая и др.). Часто ползучие стебли называют усами (земляника). Стелющиеся стебли похожи на ползучие, но имеют короткие междоузлия и неспособны укореняться в своих узлах, часто образуют длинные «плети» (тыква, огурец, арбуз). К цепляющимся стеблям относятся такие, у которых либо листья частично превращены в усики, либо на стеблях имеются выросты-присоски, которыми они цепляются к рядом стоящим растениям с прямостоячими стеблями (виноград, горох, плющ и др.).

Вьющиеся стебли свойственны как травянистым, так и древесным растениям. Вьющиеся стебли отличаются недостаточным развитием механических элементов, и поэтому для сохранения вертикального положения они нуждаются в специальных опорах, которыми обычно и служат рядом растущие растения с более крепкими, прямостоячими стеблями.

Понятие о побеге. Побегом у растений называют стебель с развивающимися на нем листьями и почками. При прорастании семени рост стебля из зародыша происходит почти одновременно с ростом листьев. Стебель и листья образуют единое целое — побег.

Части побега. У развитого побега различают следующие составные части: стебель, листья, узлы, междоузлия, почки (рис. 65).

Стебель представляет собой осевую часть побега, он обладает неограниченным ростом — растет в течение всей жизни растения. На стебле формируются все составные части побега.

Узлом называется место прикрепления листа к стеблю. Стеблевой узел обычно имеет некоторое утолщение, особенно это хорошо заметно у злаков (пшеница, бамбук и др.).

Отрезок стебля между двумя соседними узлами называется междоузлием. Длина междоузлий бывает неодинаковой как у различных растений, так и на стебле одного растения в зависимо-

сти от места расположения. У травянистых растений стеблевые междоузлия имеются и под землей, где они часто бывают очень короткими, сближенными (клевер луговой). У многих травянистых растений стебель вообще сильно укорочен и имеет очень сближенные междоузлия (одуванчик, маргаритка). Растения с укороченными стеблями развивают большое количество густо расположенных листьев, которые образуют на поверхности почвы прикорневую листовую розетку (одуванчик, подорожник, манжетка и др.).

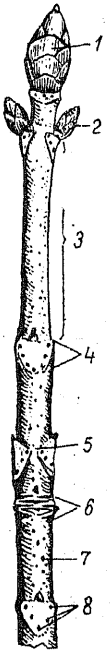


Рис. 65. Побег каштана конского без листьев:

1 — верхушечная почка; *2* — пазушные почки; *3* — междоузлие; *4* — листовой рубец; *5* — узел; *6* — место прикрепления чешуй почки; *7* — чечевички; *8* — сосудисто-волокнистые пучки на листовом рубце

Некоторые растения имеют безлистные стебли, их называют цветочными стрелками. Такие стрелки без узлов и междоузлий несут на конце соцветие (лук, подорожник, примула, одуванчик и др.).

Пазухой листа называется угол, который образуется стеблем и отходящим от него листом. При опадении листа на стебле хорошо заметен листовой рубец, на котором бывает виден невооруженным глазом выход проводящих пучков — листовой след.

Почка. Каждый побег развивается из почки, представляющей собой зачаточный побег, все части которого сильно сближены. Почка некоторое время находится в состоянии покоя. При микроскопическом исследовании строения почки легко увидеть, что она состоит из зачаточного стебелька, окруженного зачатками листьев, а в пазухах зачаточных листьев залегают зачаточные боковые почки в виде бугорков (рис. 66). Почки покрыты чешуйками (видоизмененными листьями), которые предохраняют их от низких зимних температур. Чешуи почек часто бывают покрыты волосками и смолистыми выделениями, которые плотно склеивают почечные чешуи и тем самым также предохраняют почки от вымерзания и высыхания.

У древесных и кустарниковых растений образовавшиеся летом почки в течение зимы сохраняются в состоянии покоя, поэтому их и называют зимующими.

Почки чрезвычайно разнообразны у различных растений по форме и величине. Например, у березы они мелкие, у бузины крупные, неодинаково и количество их на растениях. У клубней, корневищ, а также луковиц почки защищены от действия низких температур слоем почвы. В зависимости от расположения почек на стебле

и их функций различают 3 основных типа почек: верхушечные, боковые и придаточные.

Верхушечные почки развиваются на верхушке главного или бокового стебля из конуса нарастания. В дальнейшем из верхушечных почек разрастаются у древесных и кустарниковых растений длинные побеги, с удлиненными междоузлиями. Эти побеги способствуют увеличению кроны растений. На них образуется большое количество листьев, поэтому верхушечные почки часто называются еще листовыми, или вегетативными.

Боковые, или пазушные, почки развиваются в пазухе листа, и в дальнейшем из них образуются укороченные побеги с короткими междоузлиями. За их счет значительно увеличивается площадь кроны деревьев. Боковые почки не всегда трогаются в рост ежегодно, некоторые из них, особенно в нижней части стебля деревьев и кустар-

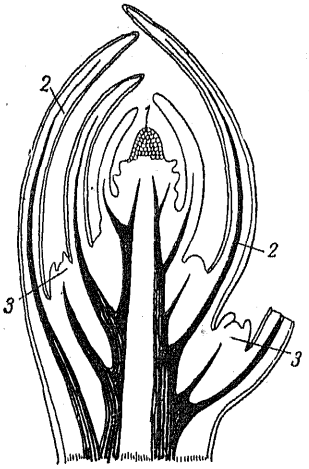


Рис. 66. Строение почки:

1 — точка роста; *2* — листья; *3* — пазушные почки

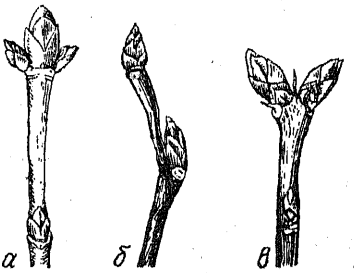


Рис. 67. Ветвление стебля:

а — моноподиальное; *б* — симподиальное; *в* — ложнодихотомическое

ников, остаются в состоянии покоя в течение многих лет. Такие почки называются спящими. Пробуждение этих почек можно вызвать искусственным путем: удалением верхушки дерева или обрезкой кустарника. Спящие почки имеются и у многолетних травянистых растений, у которых они формируются у основания побегов или на корневищах. Такие почки часто называются почками возобновления, так как после перезимовки растений из них образуются новые побеги.

Придаточные, или адвентивные, почки в отличие от боковых возникают не в пазухах листьев, а в различных местах на стебле (у некоторых растений — на листьях и корнях).

В практике почки часто называют глазка́ми (у плодовых растений, у клубней картофеля, земляной груши и др.).

Ветвление стебля (побега). Очень немногие растения имеют неветвящийся стебель. У большинства же растений

стебли ветвятся, в результате чего увеличивается поверхность растения, а следовательно, и его листовая масса.

Существуют 4 основных типа ветвления стеблей растений: дихотомическое, моноподиальное, ложнодихотомическое и симподиальное (рис. 67).

Дихотомическое, или вильчатое, ветвление характеризуется тем, что на верхушке стебля формируются 2 почки, которые при разрастании образуют 2 одинаковые ветви в виде вилки; каждая из этих ветвей продолжает ветвиться таким же способом. Дихотомическое ветвление считается эволюционно более древним, более примитивным. Оно свойственно низкоорганизованным растениям — мхам, плаунам, папоротникам.

Моноподиальное ветвление свойственно таким растениям, у которых на верхушке побега находится одна почка. Эта почка служит для продолжения роста главного побега (оси), а боковые ветви первого порядка формируются за счет боковых почек, причем боковые ветви не перерастают главный побег, например у хвойных растений (ель, сосна, пихта и др.).

При ложнодихотомическом ветвлении рост верхушки на главной оси прекращается, и под ней формируются 2 почки, из которых развиваются более или менее одинаковые ветви, а между ними заметна отмершая верхушечная почка. Ложнодихотомическое ветвление хорошо выражено у сирени, конского каштана, гвоздики.

Симподиальным ветвлением называется такое, при котором верхушечная почка отмирает. Вместо нее развивается боковая почка, которая отодвигает главную ось несколько в сторону, а сформировавшийся из этой почки побег дает продолжение основному стеблю. Симподиальное ветвление имеют многие цветковые растения, из древесных — яблоня, груша, персик, слива, береза, вяз, липа, ива, клен; из травянистых — картофель, хлопчатник и др. Характер ветвления определяет внешний вид растения, его габитус.

Видоизменения (метаморфозы) побегов. Побеги многих растений могут видоизменяться, метаморфизироваться. Наиболее часто встречаются следующие метаморфозы побегов: клубни, луковицы, корневища, колючки и др.

Клубень. Мясистый, сильно утолщенный побег называется клубнем. Клубни бывают подземные и надземные. Примером подземных клубней могут служить клубни картофеля и земляной груши. Клубень картофеля образуется на конце тонкого, бесцветного подземного побега, называемого столоном. Листья у клубней сильно изменены и редуцированы, они появляются в виде мелких малозаметных, рано опадающих чешуек. В пазухах этих измененных листьев находятся почки, которые у клубней обычно называют глазко́м. В каждой пазухе у клубня имеется несколько почек (3...5), но развивается из них, как правило, одна. На клубне глазки расположены по спирали. Часть клубня, обращенная к столону и

имеющая в месте прикрепления к столону углубление, называется основанием, противоположная часть — верхушкой клубня. Наибольшее количество глазков находится на верхушке (рис. 68).

Клубень служит местом отложения питательных веществ. В клубнях картофеля откладывается запасной крахмал, у земляной груши — инулин. Растения, которые возделываются ради клубней (картофель, земляная груша), называются клубнеплодами.

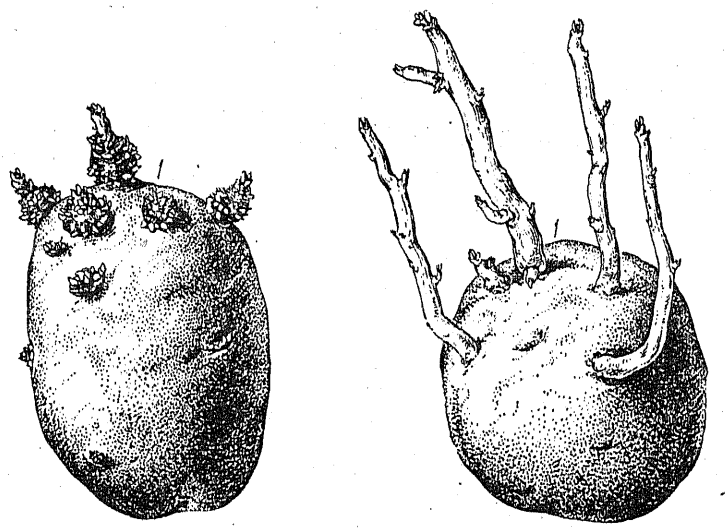


Рис. 68. Прорастающие клубни картофеля:
1 — верхушка; *2* — основание

Надземные клубни образуются за счет сильного разрастания, утолщения стебля; они несут нормально развитые листья. Примером может служить своеобразный вид капусты — кольраби, у которого вместо кочана образуется стеблевой клубень (рис. 69).

Луковица. Как и клубень, луковица представляет собой видоизмененный мясистый укороченный побег. На продольном разрезе луковицы легко обнаружить, что она имеет укороченный стебель и видоизмененные листья. Различают подземные и надземные луковицы. Примером подземной луковицы может служить луковица лука репчатого, чеснока, дикого лука. Нижняя часть луковицы, ее основание, имеет плотное строение, это видоизмененный укороченный стебель, который называется донцем. Донце имеет плоскую или несколько конусовидную форму. В нижней части донца образуется большое количество придаточных корней, а вверх от него направляются видоизмененные листья (мясистые чешуи), в которых откладываются запасные питательные вещества. Снаружи

эти мясистые чешуи покрыты сухими или пленчатыми чешуями, которые представляют собой также видоизмененные листья, они выполняют защитную роль — предохраняют мясистые листья от высыхания.

В зависимости от расположения чешуй различают луковицы пленчатые, черепитчатые и сложные (сборные). П л е н ч а т ы м и луковицами называют такие, у которых внутренние чешуи мясистые, а верхние сухие, широкие и плотно охватывают одна другую (лук, гиацинт; рис. 70). У ч е р е п и т ч а т ы х луковиц наружные чешуи узкие, не налегают одна на другую (лилия). С л о ж н о й луковицей называется такая, которая состоит из большого количества деток, луковичек или зубков и сверху одета общими чешуями (чеснок).



Рис. 69. Кольраби

На верхушке донца находится верхушечная почка, которая развиваясь, на 2-й год жизни дает надземные стебли. Луковица служит растению для вегетативного размножения. В ней откладываются запасные питательные вещества (сахара, крахмал и др.). Растения, имеющие луковицы, называются л у к о в и ч н ы м и (лук, чеснок, лилия, гиацинт, тюльпан и др.).

Некоторые растения имеют надземные воздушные луковицы. Такие надземные маленькие луковички развиваются у чеснока в соцветиях, а у лилий — в пазухах листьев и служат также для вегетативного размножения.

К о р н е в и щ е. Это подземный побег, который образуется у многолетних растений. По форме и строению существует большое разнообразие корневищ. Внешне корневище часто сходно с корнями, но отличается от них как по морфологическому, так и по анатомическому строению. Корневища растут, как стебли, своей верхушкой. У корневищ часто хорошо заметны узлы, на которых вместо настоящих листьев образуются довольно разнообразной формы чешуи — видоизмененные редуцированные листья (рис. 71). В пазухах чешуй формируются почки, дающие начало надземным и подземным побегам, а из узлов образуются придаточные корни. Верхушка корневища заканчивается почкой, а не чехликом, как у корня. Почки корневищ ежегодно дают новые подземные и надземные побеги. Корневища отличаются очень быстрым ростом, и у некоторых растений (пырей ползучий, гумай, осока) они достигают больших размеров (50...300 см). Корневища служат растениям для вегетативного размножения, причем они хорошо развиваются

даже из небольших кусочков. Поэтому такие злостные сорные растения, как пырей ползучий, гумай и др., быстро размножаются разрезанными при вспашке корневищами.

У многих растений корневища бывают толстые, мясистые. Они служат местом отложения питательных, дубильных (дубящих),

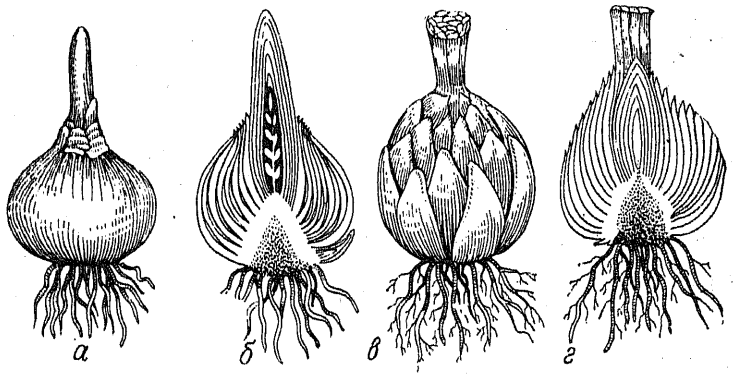


Рис. 70. Луковицы:

а — плевчатая луковица гиацинта; *б* — ее продольный разрез; *в* — чешуйчатая луковица лилии; *г* — ее продольный разрез

лекарственных, ядовитых веществ (раковые шейки, валериана, вех ядовитый) или имеют вид длинных тонких тяжей (пырей ползучий, гумай).

Колючки. Это твердые остроконечные образования, развивающиеся из пазушных почек и представляющие собой надземные видоизменения побега. Колючки могут быть простые и ветвистые, без листьев, или они несут небольшое количество недоразвитых листьев. Такое видоизменение побега является для растений хорошей защитой от животных. В отличие от шипов колючки сдираются только с частью древесины. Они свойственны таким растениям, как дикая груша, дикая яблоня, боярышник, терновник.

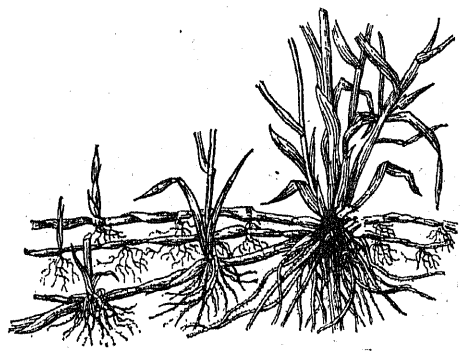


Рис. 71. Корневище пырея ползучего

Кладодии, или филлокладии. Эти видоизмененные надземные побеги внешне напоминают листья (плоские, тонкие), поэтому их называют листовидными побегами. Такие побеги несут на себе редуцированные листья и цветки, чем они и отличаются от настоящих листьев, которые никогда не несут цветков.

Примером такого видоизменения побега могут служить кладодии иглицы (рис. 72).

Усики. К надземным видоизменениям побега относятся также стеблевые усики. В отличие от усиков листового происхождения они, подобно колючкам и кладодиям, выходят из пазухи листа. Такие усики характерны для представителей семейства тыквенные (огурец, тыква), для винограда; ими растения прикрепляются к опоре.

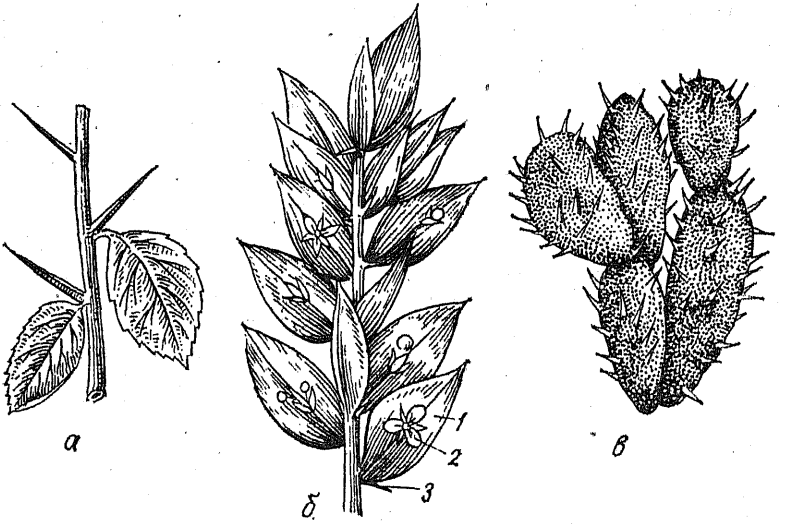


Рис. 72. Видоизменения надземных побегов:

а — колючки боярышника; *б* — кладодии иглицы; *в* — сочные стебли кактуса; *1* — кладодий; *2* — цветок; *3* — редуцированный лист

Сочные стебли. Некоторые растения (кактусы и молочайные) имеют сочные, мясистые стебли, приспособленные для накопления и сохранения большого количества влаги; они обладают специальной водоносной тканью. Листья у таких растений часто превращаются в острые мелкие колючки, а функции листьев выполняют стебли. Произрастая в засушливых районах, растения с сочными стеблями и листьями очень экономно расходуют воду, так как имеют мало устьиц.

Анатомическое строение стебля. Строение стебля тесно связано с выполняемыми им физиологическими функциями. В стебле, как и в корне, наблюдается первичное и вторичное строение.

Первичное строение стебля. Развитие стебля осуществляется за счет клеток первичной меристемы, сосредоточенных в конусе нарастания и образующих 2 обычно хорошо выраженные зоны — тунику и корпус.

В стебле первичного строения различают эпидермис, первичную кору и центральный цилиндр. Эпидермис развивается из туники,

а если туника состоит из нескольких рядов клеток, она образует и наружные слои первичной коры. Корпус дает начало первичной коре и всей проводящей системе стебля, т. е. центральному, или осевому, цилиндру (стеле).

Эпидермис стебля состоит из вытянутых клеток с утолщенными внешними стенками, часто покрыт кутикулой и имеет небольшое количество устьиц. На поверхности эпидермиса образуются опушение из разнообразных волосков, шипы или восковой налет.

Первичная кора состоит из основной паренхимной ткани. В клетках ее наружных слоев часто содержатся хлоропласты. У многих растений в состав первичной коры входит также механическая ткань — колленхима. Склеренхима в первичной коре встречается очень редко. Внутренние клетки первичной коры образуют кольцо эндодермы, которая у многих растений превращается в крахмалоносное влагалище. В его клетках содержатся многочисленные мелкие крахмальные зерна, которые не потребляются растением даже при значительном недостатке питательных веществ. Некоторые авторы считают, что крахмалоносное влагалище обусловливает вертикальное положение стебля. Клетки эндодермы могут утолщаться и древеснеть, но при этом сохраняются тонкостенные пропускные клетки. У многих растений эндодерма бывает недостаточно хорошо выражена.

Центральный цилиндр состоит из перицикла, граничащего с эндодермой, системы проводящих элементов и сердцевины. Перицикл является боковой первичной меристемой, он может давать начало клеткам камбия, в нем зарождаются придаточные корни и придаточные почки. У многих растений перицикл полностью дифференцируется в механическую ткань — склеренхиму (перициклические волокна) или в клетки основной ткани.

Проводящие элементы центрального цилиндра развиваются из особых участков конуса нарастания — прокамбия. Прокамбий возникает в результате деления некоторых клеток первичной меристемы преимущественно в продольном направлении, тогда как образование между ними поперечных перегородок замедляется. Появляются группы своеобразных узких вытянутых клеток, заполненных густым зернистым содержимым, которые к центру стебля образуют элементы первичной ксилемы, а к его периферии — элементы первичной флоэмы.

Внутренняя часть центрального цилиндра состоит из клеток паренхимной ткани, образующей сердцевину. Наличие сердцевины является характерным признаком стебля, который отличает его от корня. Сердцевина соединена с первичной корой первичными сердцевинными лучами, также состоящими из паренхимных клеток. Сердцевина может полностью или частично разрушаться, и тогда в центре стебля образуется полость.

Прокамбий может закладываться в конусе нарастания по-разному. Способ его заложения и последующее развитие, строение и

расположение проводящих пучков определяют анатомические особенности стебля у однодольных и двудольных растений.

Однодольные растения. Особенностью стебля большинства однодольных растений (кукуруза, сорго, купена) является слабое развитие первичной коры, которая обычно состоит из 1...3 рядов клеток, содержащих хлоропласты. Иногда она полностью отсутствует, и склеренхима перицикла (перициклические волокна) непосредственно примыкает к эпидермису в виде непрерывного механического кольца.

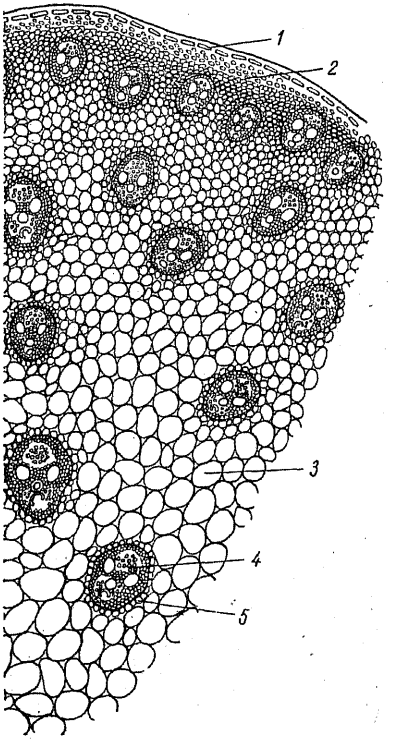


Рис. 73. Строение стебля однодольного растения (кукурузы):

1 — эпидермис; *2* — склеренхима; *3* — основная паренхима; *4* — закрытые проводящие пучки; *5* — склеренхимное кольцо

Прокамбий в конусе нарастания всегда закладывается в виде отдельных участков (тяжей) и образует изолированные проводящие пучки. Поэтому характерной чертой всех однодольных растений является пучковое строение стебля.

Проводящие пучки, проходя по стеблю, постепенно отклоняются к его центру, а затем снова направляются к периферии. Это обусловливает типичное для однодольных расположение пучков по всей толще центрального цилиндра и отсутствие выраженной сердцевины, вследствие чего на поперечном срезе стебля пучки оказываются разбросанными по всей его поверхности (рис. 73).

В процессе развития проводящих пучков прокамбий полностью дифференцируется в элементы флоэмы и ксилемы и не образует клеток пучкового камбия. Сформировавшиеся проводящие пучки у однодольных всегда закрытые. Стебель растет в толщину только в период деятельности прокамбия и неспособен к дальнейшему утолщению. Наблюдающийся у некоторых древесных однодольных (пальмы, драцены) последующий рост стебля в толщину осуществляется благодаря особому кольцу делящихся клеток, которое образуется из основной ткани.

Значительная часть центрального цилиндра состоит из крупноклеточной паренхимы, которую пронизывают проводящие пучки, обычно окруженные склеренхимным кольцом.

Стебель большинства злаков (ржи, пшеницы, ячменя и др.) представляет собой соломину и имеет своеобразное анатомическое строение (рис. 74). На поверхности соломины находится эпидермис, за ним расположена склеренхима, состоящая из толстостенных клеток. Между эпидермисом и склеренхимой находятся участки хлорофиллоносной паренхимы (хлоренхимы), клетки которой имеют тонкие оболочки и содержат хлоропласты. Далее к центру расположена паренхимная ткань, состоящая из крупных тонкостенных клеток, оболочки которых могут древеснеть. Среди клеток паренхимы проходят закрытые коллатеральные пучки. В центре стебля находится крупная полость, окруженная клетками основной ткани.

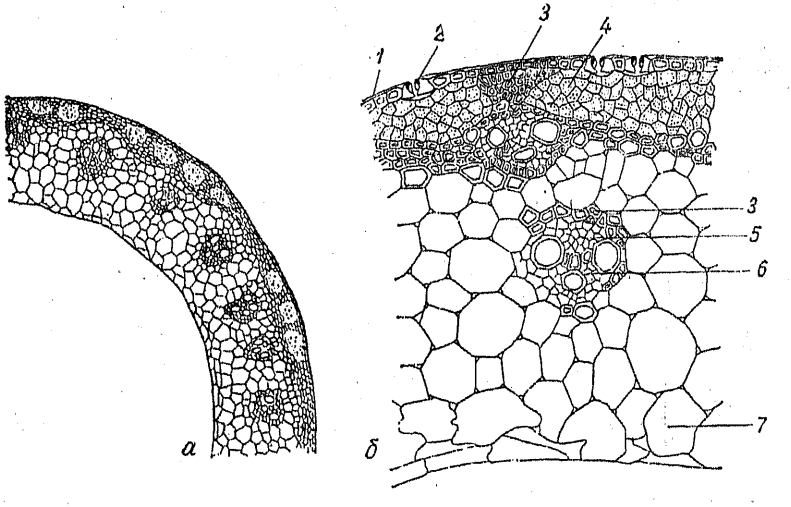


Рис. 74. Строение соломины пшеницы:

а — часть соломины на поперечном срезе при малом увеличении; *б* — то же, при большом увеличении; *1* — эпидермис; *2* — устьице; *3* — склеренхима; *4* — хлоренхима; *5* — флоэма; *6* — ксилема; *7* — паренхима

Вследствие этого все проводящие пучки как бы сдвинуты к периферии, но на поперечном срезе располагаются рассеянно, как и у других однодольных. Более мелкие пучки сосредоточены у поверхности стебля, более крупные расположены ближе к полости.

Первичное строение (рис. 75) сохраняется у однодольных растений в течение всей жизни и наблюдается как в молодой, так и в более старой части стебля.

Двудольные растения. У двудольных растений разделение стебля на эпидермис, первичную кору и центральный цилиндр выражено достаточно четко, так как первичная кора обычно хорошо развита. Особенностью строения первичной коры является механическая ткань — колленхима, которая в стебле однодольных растений, как правило, отсутствует. Колленхима (уголковая или пластинчатая) чаще залегает непосредственно под эпидермисом,

но иногда отделяется от него узкой прослойкой основной ткани. Эндодерма нередко бывает слабо выражена и почти незаметна.

В центральном цилиндре перициклическая склеренхима часто образует сплошное кольцо (тыква, кирказон) или в виде отдельных участков, разделенных паренхимными клетками, примыкает к флоэме проводящих пучков (подсолнечник, клевер). К центру от склеренхимы расположены первичная флоэма и первичная ксилема, образованные прокамбием.

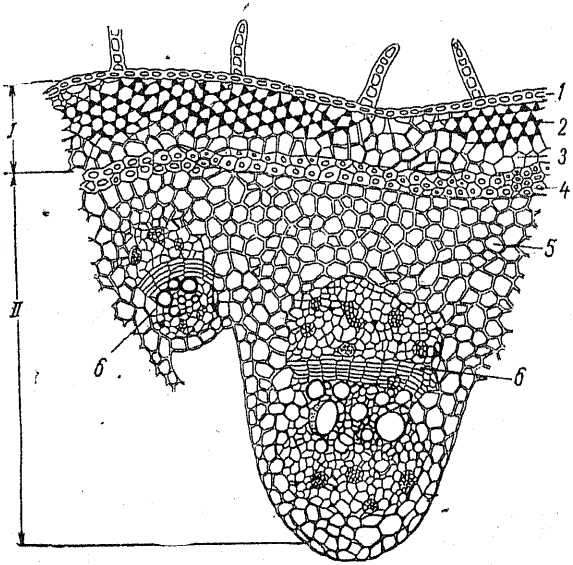


Рис. 75. Первичное (пучковое) строение стебля двудольного растения (тыквы):
I — первичная кора; *II* — центральный цилиндр; *1* — эпидермис; *2* — уголковая колленхима; *3* — эндодерма; *4* — склеренхима; *5* — основная ткань; *6* — открытый проводящий пучок

Прокамбий у двудольных растений может закладываться как отдельными участками (тыква, клевер, подсолнечник, кирказон), так и в виде сплошного кольца (лен, табак, древесные растения). В связи с этим первичное строение стебля у двудольных может быть пучковым и непучковым.

Пучковое строение возникает при заложении прокамбия в виде отдельных участков (тяжей), в результате чего образуются, как и у однодольных, изолированные проводящие пучки. Однако в отличие от однодольных эти пучки являются открытыми, так как при их формировании прокамбий дает начало пучковому камбию, за счет которого осуществляется их дальнейший рост. Характерной чертой двудольных растений является также круговое расположение пучков и четко выраженная сердцевина. Это обусловлено тем, что пучки проходят в стебле двудольных всегда на одинаковом

расстоянии от его поверхности (рис. 76). При разрушении сердцевины стебли становятся полыми (тыква, укроп).

Непучковое строение стебля развивается в том случае, если прокамбий залегает в виде сплошного кольца и вместо отдельных пучков сразу образуются кольца флоэмы и ксилемы.

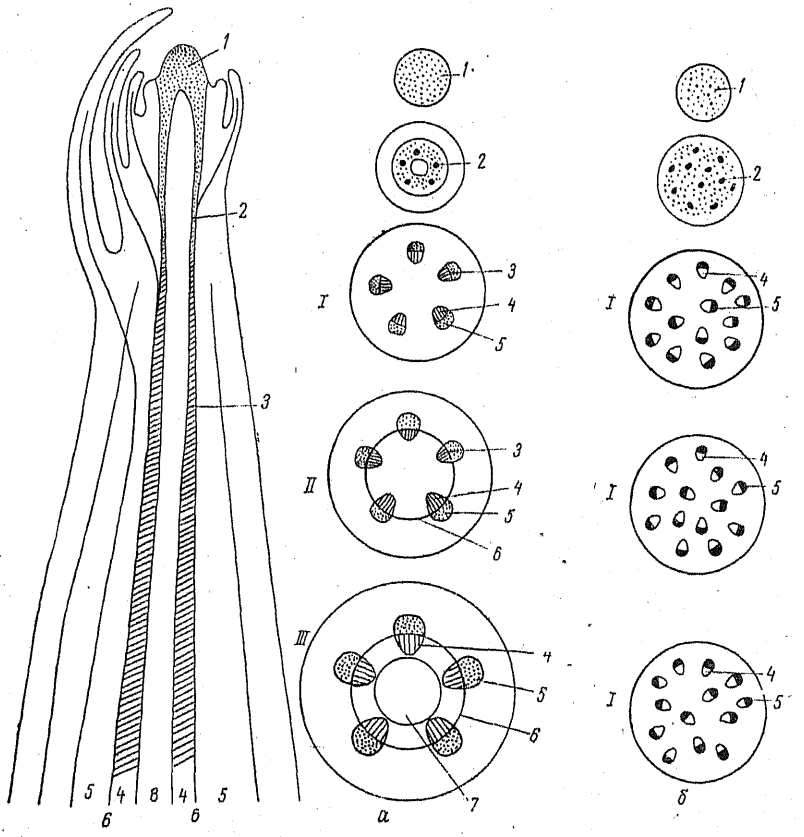


Рис. 76. Схема развития стебля пучкового строения у однодольных и двудольных растений:

а — двудольные; *б* — однодольные; *I* — первичное строение; *II* — формирование вторичного строения; *III* — вторичное строение; *1* — первичная меристема конуса нарастания; *2* — прокамбий; *3* — камбий; *4* — ксилема; *5* — флоэма; *6* — межпучковый камбий; *7* — сердцевина

Первичное строение стебля у двудольных растений наблюдается только в наиболее молодой части стебля — под верхушечной почкой, а далее постепенно заменяется вторичным строением.

Вторичное строение стебля. Развитие вторичного строения тесно связано с особенностями первичного строения стебля и подразделяется на 3 основных типа: пучковый, переходной и непучковый (рис. 77). У травянистых и древесных растений во вторичном строении стебля наблюдаются характерные различия,

обусловленные в первую очередь неодинаковой продолжительностью жизни их стеблей. Травянистый стебель в умеренных широтах является однолетним и ежегодно отмирает в конце вегетационного периода, тогда как древесный стебель — многолетний и может достигать иногда очень большого возраста.

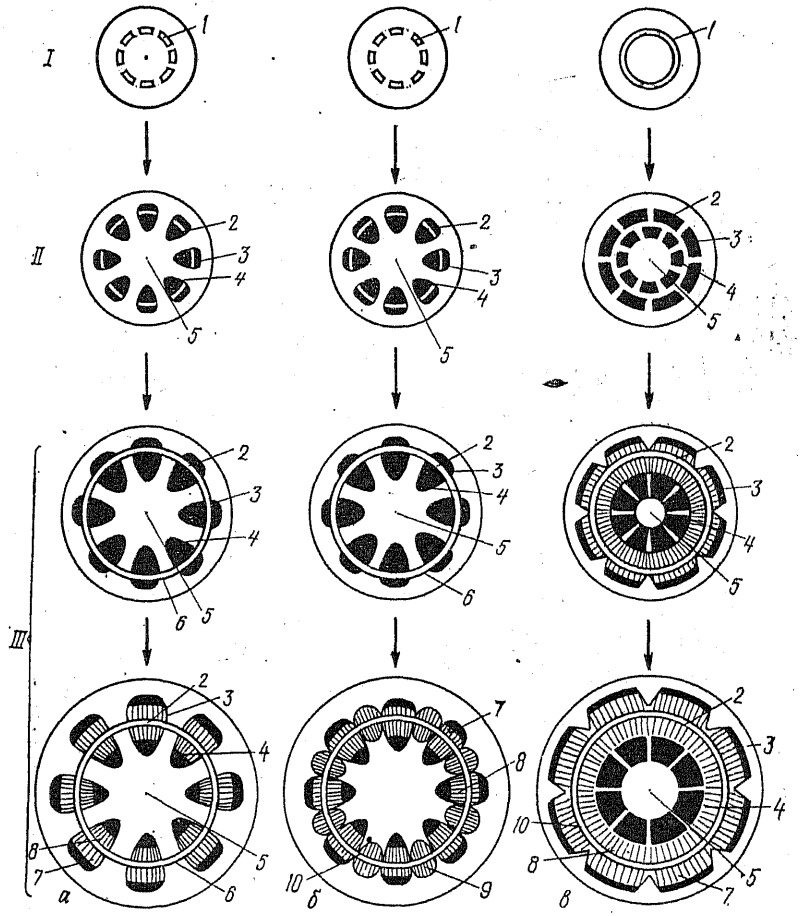


Рис. 77. Схема развития вторичного строения стебля у двудольных растений: *а* — пучковый тип (клевер, кирказон); *б* — переходной тип (бодяк, подсолнечник); *в* — непучковый тип (лен, липа); *I* — заложение прокамбия; *II* — первичное строение; *III* — развитие вторичного строения; *1* — прокамбий; *2* — камбий; *3* — первичная флоэма; *4* — первичная ксилема; *5* — сердцевина; *6* — межпучковый камбий; *7* — вторичная флоэма; *8* — вторичная ксилема; *9* — вторичный пучок; *10* — камбиальное кольцо

Строение травянистого стебля. Пучковый тип характерен для растений, стебель которых имеет в первичном строении изолированные проводящие пучки (кирказон, клевер, виноград). При развитии вторичного строения камбий образует элементы вторичной флоэмы и вторичной ксилемы. Клетки основной ткани, разделяющей соседние проводящие пучки, дают начало

вторичной меристеме — межпучковому камбию, который дифференцируется в паренхиму сердцевинных лучей. Поэтому, несмотря на образование сплошного камбиального кольца, проводящие пучки и во вторичном строении остаются изолированными (рис. 78). Ввиду того, что у некоторых растений межпучковый камбий бывает слабо выражен, вторичное строение пучкового типа не всегда четко отличается от первичного.

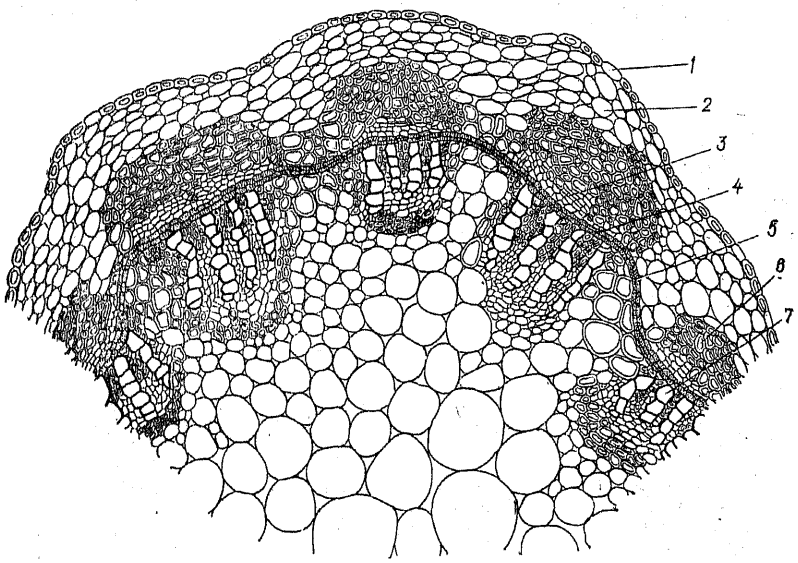


Рис. 78. Пучковый тип строения стебля клевера:

1 — эпидермис; *2* — клетки коры; *3* — флоэма; *4* — камбий; *5* — межпучковый камбий; *6* — склеренхима; *7* — ксилема

Переходной тип наблюдается у растений, стебель которых в начале развития также характеризуется изолированными пучками, с последующим заложением межпучкового камбия и образованием сплошного камбиального кольца. Отличительная черта переходного типа состоит в том, что вторичную флоэму и вторичную ксилему образует не только пучковый, но и межпучковый камбий, и это приводит к появлению новых (вторичных) проводящих пучков (рис. 79). Разрастаясь, все пучки постепенно соединяются вместе, и возникают сплошные кольца флоэмы и ксилемы, разделенные камбием (подсолнечник, гречиха, фасоль), т. е. происходит переход от пучкового типа (в первичном строении) к непучковому (во вторичном строении). Поэтому для переходного типа характерно четкое различие между первичным (пучковым) и вторичным (непучковым) строением стебля.

Непучковый тип развивается у растений с кольцевым расположением флоэмы и ксилемы в первичном строении стебля

(лен, табак). Вторичная меристема (камбий) также возникает в виде сплошного кольца и образует концентрические слои вторичной флоэмы и вторичной ксилемы (рис. 80). Поэтому при непучковом типе различия между первичным и вторичным строением стебля не выражены.

Строение древесного стебля. Для древесного стебля характерен непучковый тип строения. В связи с тем, что он является многолетним, его отличает от травянистых стеблей способность неопределенно долго расти в толщину, давая прирост каждый вегетационный период. Анатомические особенности заключаются в образовании на его поверхности перидермы, которая сменяет эпидермис, и в появлении четко выраженных годичных колец в древесине.

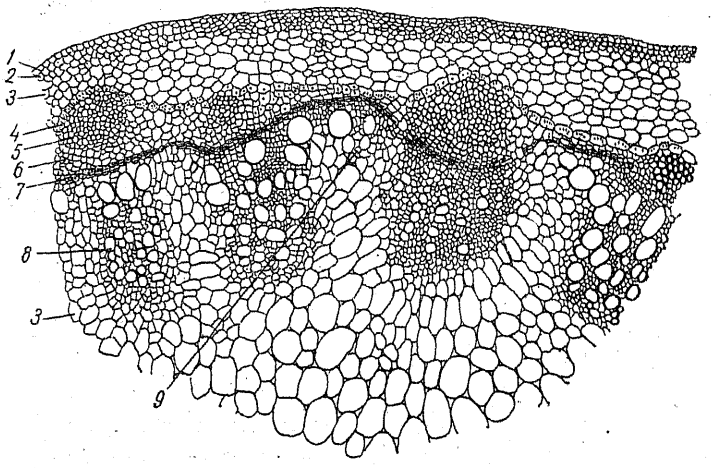


Рис. 79. Переходной тип строения стебля подсолнечника:

1 — эпидермис; *2* — пластинчатая колленхима; *3* — основная паренхима; *4* — эндодерма; *5* — склеренхима; *6* — флоэма; *7* — камбий; *8* — ксилема; *9* — пучок, образованный межпучковым камбием

В древесном стебле обычно выделяют кору, камбий, древесину и сердцевину (рис. 81).

В состав коры входят все ткани, расположенные к поверхности от камбия. Наружные слои коры представлены перидермой, состоящей из пробки, пробкового камбия и феллодермы. Иногда на поверхности пробки сохраняются остатки эпидермиса, который через некоторое время, как правило, полностью сбрасывается. За перидермой расположены элементы первичной коры, возникшие в результате дифференциации первичной меристемы конуса нарастания. К ним относятся колленхима и клетки основной ткани, часто содержащие хлоропласты, а также крахмальные зерна и друзы. Ближе к центру стебля находится вторичная кора, образовавшаяся в результате деятельности камбия. Во вторичной коре

четко выражены участки флоэмы, имеющие форму трапеции, в которых лубяные волокна (твердый луб) чередуются с ситовидными трубками, клетками-спутницами и клетками лубяной паренхимы (мягкий луб). Ситовидные трубки в древесном стебле функционируют 2...3 года, затем перестают проводить питательные вещества, отмирают и заменяются новыми ситовидными трубками.

Между участками флоэмы проходят первичные и вторичные сердцевинные лучи, состоящие из клеток основной ткани, в которых часто содержатся питательные вещества — крахмал, жирные масла, сахара. Посредством сердцевинных лучей осуществляется связь между сердцевиной и тканями, лежащими в наружной части стебля.

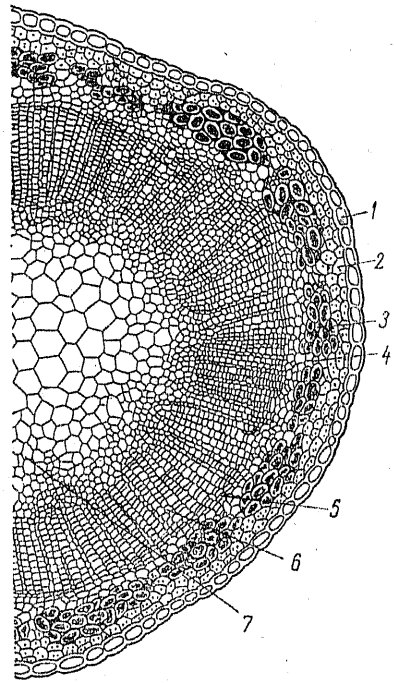


Рис. 80. Непучковый тип строения травянистого стебля льна:

1 — эпидермис; *2* — первичная кора; *3* — лубяные волокна; *4* — флоэма; *5* — камбий; *6* — ксилема; *7* — сердцевина

К а м б и й состоит из тонкостенных вытянутых клеток прямоугольной формы. Деление клеток камбия в основном осуществляется в тангентальном направлении, т. е. параллельно поверхности стебля, причем элементов ксилемы образуется значительно больше, чем элементов флоэмы. Увеличение числа клеток в камбиальном кольце достигается делением их в радиальном направлении, что обеспечивает неограниченное утолщение стебля. Интенсивность деятельности камбия в течение года неодинакова: наиболее активно он функционирует весной, затем его деятельность постепенно затухает и осенью вообще прекращается — наступает период покоя.

Д р е в е с и н а (ксилема) состоит из сосудов, трахеид, древесинной паренхимы и либриформа. В древесине проходят сердцевинные лучи. В клетках древесинной паренхимы и сердцевинных лучей накапливаются питательные вещества.

Вследствие неравномерной деятельности камбия образованные им клетки древесины имеют различные размеры. Самые крупные клетки образуются весной, когда деятельность камбия наиболее интенсивна. Постепенно деятельность камбия замедляется, и образуемые им клетки становятся более мелкими и толстостенными. Таким образом, за один вегетационный период образуется

одно годичное кольцо древесины, в котором хорошо заметны весенние, летние и осенние клетки. После периода зимнего покоя деятельность камбия возобновляется, и формируется новое годичное

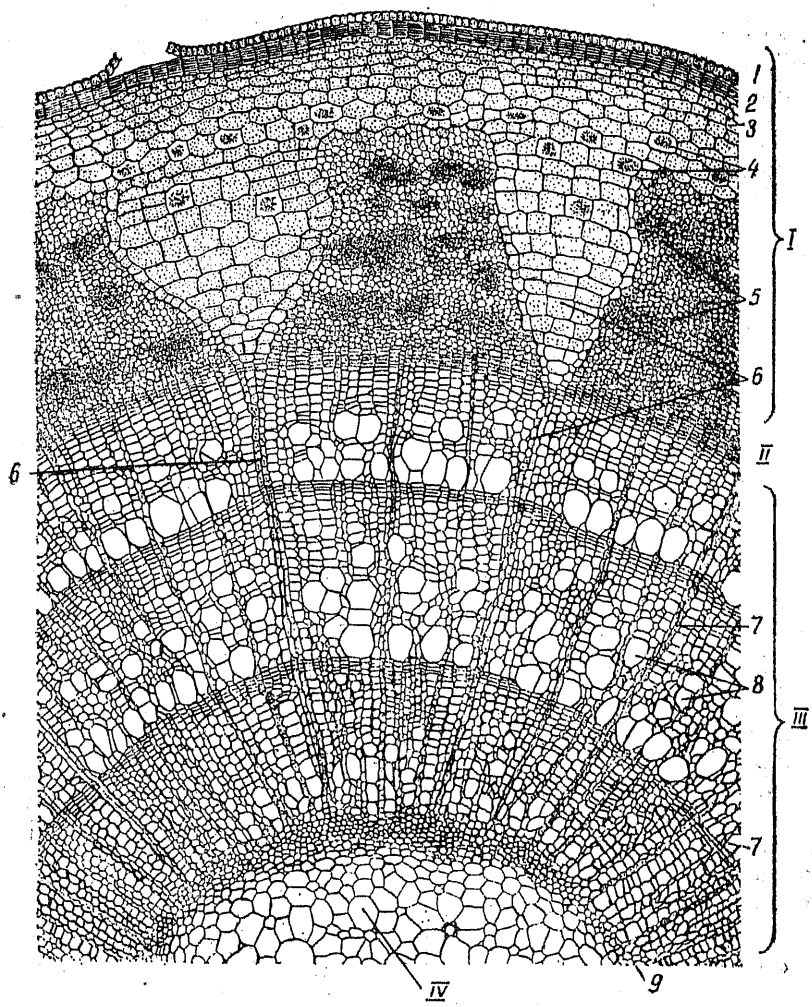


Рис. 81. Непучковый тип строения древесного стебля (разрез трехлетней ветки липы):

I — кора; *II* — камбий; *III* — древесина; *IV* — сердцевина; *1* — отмерший эпидермис; *2* — перидерма; *3* — колленхима; *4* — клетки основной ткани с друзами; *5* — участки флоэмы; *6* — сердцевинный луч; *7* — осенняя древесина годичного кольца; *8* — весенняя древесина годичного кольца; *9* — первичная ксилема

кольцо, крупные весенние клетки которого непосредственно примыкают к мелким клеткам, образовавшимся осенью предыдущего года. Как правило, за год формируется только одно кольцо древе-

сины, однако у некоторых растений (цитрусовые) за один год образуется 2...3 ложных годичных кольца, тогда как стебли растений тропических стран, где нет резкой смены времен года, годичных колец вообще не имеют. Ширина годичных колец зависит от условий произрастания растений.

С возрастом древесина постепенно изменяется и приобретает новые свойства. Сосуды и трахеиды закупориваются тиллами или различными веществами и перестают проводить воду, а клетки основной ткани отмирают. Клетки древесины пропитываются смолами, дубильными веществами, эфирными маслами и нередко интенсивно окрашиваются. Такая отмершая нефункционирующая центральная часть древесины называется ядровой древесиной. Ядровая древесина служит главной опорой ствола, выдерживающей тяжесть кроны. У многих древесных пород (ольхи, тиса и др.) она очень красива и широко применяется как ценный поделочный материал.

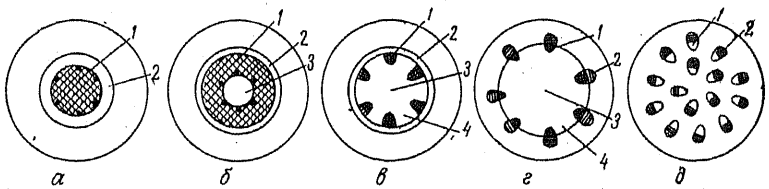


Рис. 82. Схема эволюции стелы:

а — протостела; *б* — сифоностела; *в* — диктиостела; *г* — эустела; *д* — атактостела; *1* — ксилема; *2* — флоэма; *3* — сердцевина; *4* — прорывы в стеле (сердцевинные лучи)

Периферические слои древесины, расположенные в непосредственной близости к камбию и выполняющие функцию проведения воды с растворенными в ней веществами, называются заболонью. Заболонь обычно имеет более бледную окраску, чем ядровая древесина.

Сердцевина занимает центральную часть стебля и состоит из основной ткани, в клетках которой часто накапливаются разнообразные вещества.

Эволюция стелы. При рассмотрении строения стебля и корня было отмечено наличие характерного для этих органов осевого, или центрального, цилиндра, который представляет собой систему проводящих, основных и механических тканей, расположенных к центру от первичной коры и отграниченных от нее эндодермой, или крахмалоносным влагалищем. Этот центральный стержень растения получил название стелы, что в переводе означает колонна, столб.

Стела корня мало изменилась в процессе эволюции, тогда как стела стебля прошла в своем развитии ряд этапов (рис. 82). Исходным, наиболее примитивным типом стелы является протостела. Она не имеет сердцевинных лучей и состоит из ксилемы и окружа-

ющей ее флоэмы. Эндодерма и перицикл обычно не дифференцированы. Диаметр протостелы очень мал (не превышает 3 мм). Протостела характерна в основном для вымерших растений, из современных растений ее имеют некоторые папоротники.

Несколько более совершенной является *сифоностела*, содержащая в центре паренхимную сердцевину и отграниченная от первичной коры дифференцированной эндодермой. Иногда имеется внутренняя флоэма. Этот тип стелы также характерен для более древних примитивных растений.

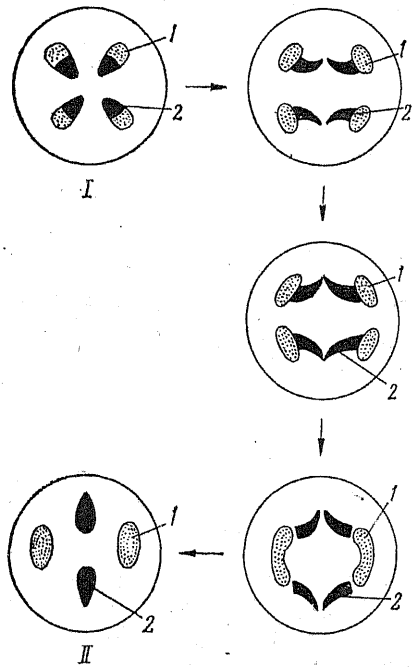


Рис. 83. Схема перехода строения стебля в строение корня:

I — стебель с четырьмя коллатеральными пучками; *II* — корень с одним двухлучевым радиальным пучком; *1* — флоэма; *2* — ксилема

Следующим этапом в развитии стелы является *диктиостела*, для которой характерно возникновение прорывов в массе ксилемы. Эндодерма и перицикл, как правило, хорошо выражены.

Наиболее совершенным типом стелы является *эустела*, свойственная голосеменным и большинству двудольных растений. Образуются коллатеральные открытые пучки, отделенные один от другого сильно развитыми сердцевинными лучами.

Для однодольных и некоторых двудольных растений характерны разбросанные проводящие пучки на поперечном срезе стебля. Этот тип стелы получил название *атактостела*.

Во вторичном строении стебель и корень имеют много общего, но в центре стебля всегда находится сердцевина (или полость), а в центре корня расположена первичная ксилема.

Переход от первичного строения стебля к первичному строению корня совершается в области подсемядольного колена (гипокотиля) — на участке стебля между семядолями и корневой шейкой. Этот процесс может происходить постепенно, на всем протяжении гипокотиля, что наблюдается у подавляющего большинства растений. Значительно реже он совершается на коротком отрезке гипокотиля. Сущность перехода от строения стебля к строению корня заключается в следующем. Тяжи ксилемы коллатеральных пучков стебля постепенно искривляются, перемещаются относительно продольной оси органа, соединяются попарно и, наконец, сливаются

в участки ксилемы. Участки флоэмы вытягиваются в тангентальном направлении и соединяются своими концами, образуя затем компактные тяжи флоэмы, чередующиеся с участками ксилемы (рис. 83).

Особенности строения стебля и продолжительность жизни растений. Строение стебля в значительной степени связано с продолжительностью жизни растений. Существуют растения, которые живут всего 5...7 нед, но есть растения, продолжительность жизни которых исчисляется 5000 лет и более.

Травянистый стебель, как правило, ежегодно отмирает в конце вегетационного периода и весной развивается вновь из почек возобновления, расположенных на зимующих частях растений. Древесный стебель является многолетним и не отмирает в течение всей жизни растения. Деревья, кустарники, полукустарники имеют многолетние древесные стебли. Наибольшей долговечностью отличаются деревья. Ниже приводится примерная долговечность некоторых растений:

Баобаб африканский	5150 лет	Кедр сибирский	1200 лет
Мамонтово дерево (секвойя)	5000 »	Бук	600 ... 900 »
Кипарис	3000 »	Сосна	500 »
Тис	3000 »	Брусника	300 »
Дуб	1200 »	Черника	300 »
Ель	1200 »	Яблоня	200 »

Растения с травянистым стеблем подразделяют на однолетние, двулетние и многолетние. Однолетние травянистые растения заканчивают свое развитие в течение одного вегетационного периода и к осени полностью отмирают (пшеница, лен и др.). Двулетние растения в 1-й год жизни образуют только вегетативные органы, во 2-й год жизни растения цветут и плодоносят, после чего отмирают (морковь, свекла, брюква, донник и др.). Многолетние травянистые растения имеют долговечные подземные органы (корни, корневища, луковицы), на которых ежегодно закладываются зимующие почки возобновления, развивающиеся весной в надземные побеги (пырей, ландыш, гусиный лук и др.).

Высота растений. Высота стебля у различных растений колеблется в широких пределах — от нескольких сантиметров до десятков метров. Наиболее высокими деревьями являются австралийский эвкалипт, секвойя и дугласова пихта. Эти деревья-гиганты достигают высоты 95...110 м, а отдельные экземпляры — 127 и даже 142 м. Наиболее длинные стебли имеют тропические лианы (до 300 м).

Использование стеблей и побегов. Стебли и побеги различных растений широко используются человеком в пищу, в корм животным, как строительный материал, в промышленности для приготовления бумаги, спирта, лекарств и т. д.

Лист

Общие сведения. Лист представляет собой боковой надземный, а иногда и подземный вырост стебля, вместе с которым образует побег. Через лист у растений осуществляются наиболее сложные процессы по взаимодействию с факторами внешней среды. Наличие листа характерно для высших растений, у которых в результате перехода к наземному образу жизни сформировались под влиянием различных условий окружающей среды большое разнообразие форм листьев и своеобразные их функции.

Лист имеет стеблевое происхождение. Исторически он возник в результате дифференциации и срастания боковых веток стебля в одной плоскости и приспособления к выполнению специфических функций — фотосинтеза, дыхания и транспирации. Поэтому лист, как правило, имеет дорсовентральное строение, т. е. плоскую форму, у которой хорошо различаются спинная — верхняя — и брюшная — нижняя — стороны.

Функции. Лист выполняет в жизни растений 3 основные функции: фотосинтез, дыхание и транспирацию. Кроме этих основных функций, лист при его видоизменениях выполняет у многих растений функции запасающего органа (мясистые листья капусты, луковицы и др.), органа защиты (колючки), органа вегетативного размножения (фикус, бегония и др.).

Фотосинтез. Открытие процесса фотосинтеза связывают с именем английского химика Д. Пристли, поставившего в 1771 г. первый опыт, который показал, что растения «исправляют» воздух, испорченный дыханием животных или горением. Однако М. В. Ломоносов еще в 1753 г. высказал предположение, что питательные вещества проникают в листья растений из воздуха, но не подтвердил это экспериментально.

Исследования Д. Пристли были продолжены голландцем Я. Ингенгаузом (1779), установившим, что «исправление» испорченного воздуха может осуществляться только зелеными частями растений и только на свету. Фотосинтез изучали швейцарские ученые Ж. Сенебье (1782) и Н. Т. Соссюр (1804), французский химик и физиолог Ж. Б. Буссенго (1840) и др.

Крупнейший вклад в изучение этого процесса внес русский физиолог К. А. Тимирязев (1843—1920), работы которого были в основном посвящены энергетике фотосинтеза. Он показал, что фотосинтез подчинен закону сохранения и превращения энергии, а также установил, что наиболее активно процесс фотосинтеза идет не в желтых лучах солнечного спектра, как полагали ранее, а в красных, что позднее подтвердилось квантовой теорией света. К. А. Тимирязев специальные исследования посвятил изучению физических и химических свойств хлорофилла.

Статьи К. А. Тимирязева по фотосинтезу составили книгу «Солнце, жизнь и хлорофилл», опубликованную уже после его смерти.

Изучением процесса фотосинтеза занимались многие отечественные и зарубежные физиологи — М. С. Цвет, Ю. Сакс, В. Н. Любименко, А. Л. Курсанов и др. А. С. Фаминцы (1835—1918) впервые показал, что фотосинтез может идти и при искусственном освещении.

Большие успехи в изучении механизма фотосинтеза достигнуты во второй половине XX в. благодаря применению новейших методов исследования (работы А. П. Виноградова, М. Кальвина, А. А. Ничипоровича, А. А. Красновского, Т. Н. Годнева и др.). Расшифровка механизма фотосинтеза дает возможность управлять этим процессом и значительно повысить эффективность использования солнечной энергии сельскохозяйственными растениями.

Сущность фотосинтеза можно выразить общеизвестным суммарным уравнением, предложенным в 1840 г. Ж. Б. Буссенго:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{хлорофилл}]{\text{световая энергия Солнца}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2.$$

На свету из простых неорганических веществ — воды и углекислого газа — в зеленых клетках растений образуются органическое вещество (глюкоза) и свободный кислород, выделяющийся затем в атмосферу. Поглощенная световая энергия Солнца в процессе фотосинтеза преобразуется в химическую энергию, которая накапливается в синтезируемых веществах.

Ввиду того, что необходимый для создания органических веществ углекислый газ поступает в листья из воздуха, фотосинтез часто называют воздушным (или углеродным) питанием растений в отличие от почвенного (или минерального) питания, при котором корни растений извлекают из почвы растворенные в воде минеральные соли.

Суммарное уравнение фотосинтеза, однако, совершенно не отражает всей сложности этого многоступенчатого процесса, представляющего собой длинную цепь окислительно-восстановительных реакций. Исследования двух последних десятилетий XX в. показали, что процесс фотосинтеза подразделяется на 3 этапа, причем первые два связаны с поглощением световой энергии и составляют световую фазу фотосинтеза, тогда как третий является его темновой фазой, поскольку реакции этого этапа могут осуществляться и в темноте.

Фотосинтез начинается с возбуждения хлорофилла, обусловленного поглощением его молекулой квантов света. Возбужденный электрон переходит на энергетически более высокую орбиту, но вскоре (через 10^{-9} с) вновь возвращается к исходному уровню. Возникающая при этом избыточная энергия возбуждения частично переходит в тепловую, но бóльшая ее часть (до 75%) передается другим молекулам хлорофилла и различным химическим веществам клетки, вызывая их превращения. В течение второго этапа фотосинтеза происходит фотохимическое разложение (фотолиз) воды, а также осуществляется фотосинтетическое фосфорилирование,

в результате которого синтезируются высокоэнергетические вещества — аденозинтрифосфат (АТФ) и никотинамидадениндинуклеотидфосфат (НАДФ). Затем водород воды переносится на НАДФ и образуется его восстановленная форма НАДФ·H_2. Этим заканчивается световая фаза фотосинтеза, итогом которой является образование свободного кислорода, АТФ — аккумулятора энергии и НАДФ·H_2 — накопителя водорода. Все фотохимические реакции проходят в гранах хлоропласта. Далее наступает темновая фаза (III этап фотосинтеза), во время которой водород·НАДФ·H_2 и энергия АТФ используются для восстановления CO_2 и синтеза углеводов. Все темновые реакции осуществляются в бесцветной строме хлоропласта.

Образовавшаяся в конце темновой фазы глюкоза вскоре преобразуется в крахмал, который является первым видимым продуктом фотосинтеза. Последующие реакции обмена веществ приводят к синтезу аминокислот, белков, липидов, нуклеиновых кислот и других органических соединений, необходимых для жизнедеятельности растения и составляющих его тело.

Способность к фотосинтезу К. А. Тимирязев определил как «космическую роль» зеленых растений, имея в виду исключительное значение этого процесса не только для жизни на нашей планете, но и для существования Земли в качестве космического тела. Фотосинтез является единственным источником органических веществ, необходимых для питания всех организмов. Зеленые растения Земли в процессе фотосинтеза ежегодно связывают до 170 млрд. т углерода, одновременно поглощая около 2 млрд. т азота, 6 млрд. т фосфора и много других элементов, «перерабатывая» при этом около 500 тыс. млрд. т воды. В результате ежегодно образуется около 400 млрд. т органических веществ.

Фотосинтезирующие растения выделяют в год 460 млрд. т кислорода, который используется при дыхании, горении и процессах окисления, связанных с геологической жизнью Земли. Полагают, что весь кислород атмосферы образовался в результате фотосинтеза. Поглощение зелеными растениями углекислого газа, выделяющегося в результате разложения органических веществ (горение, дыхание и др.), препятствует повышению его концентрации в атмосфере.

Таким образом, в основе всей современной жизни лежит фотосинтез. Он играет определяющую роль в энергетике биосферы, под его влиянием сложился современный климат. Наконец, за счет фотосинтеза обеспечиваются также потребности человечества в пище, топливе, кислороде, сырье для различных отраслей промышленности.

Интенсивность фотосинтеза в значительной степени зависит от физиологического состояния растения, от влияния различных факторов внешней среды — света, влажности, температуры и др. и, как правило, определяется их комплексным воздействием.

Фотосинтез идет более интенсивно в молодых листьях растений и перед образованием репродуктивных органов. Положительно

влияют на фотосинтез повышение освещенности растений и увеличение содержания в воздухе углекислого газа. Поэтому для повышения продуктивности растений, выращиваемых в защищенном грунте, нередко искусственно повышают концентрацию CO_2 в воздухе. Однако содержание в воздухе более 0,04% углекислого газа действует на фотосинтез угнетающе. Внесение удобрений способствует повышению интенсивности фотосинтеза, так как большинство элементов питания прямо или косвенно связано с фотосинтетическими реакциями. Оптимальной температурой для фотосинтеза является 25...27 °С. При понижении температуры до 0 °С фотосинтез идет значительно медленнее, а при повышении ее до 40...45 °С — прекращается. Отрицательно сказывается на интенсивности фотосинтеза и недостаток влаги, засуха.

Ввиду того, что в течение суток изменяются освещенность, температура, влажность и другие факторы, влияющие на ход фотосинтеза, изменяется его интенсивность, достигающая максимума в утренние часы. В полдень интенсивность фотосинтеза обычно снижается вследствие нарушения водного режима растений и перегрева листьев. Понижение интенсивности фотосинтеза неизбежно приводит к снижению урожая растений.

Дыхание. Основателем учения о дыхании является Н. Т. Буссенго (1797), экспериментально доказавший, что растения дышат так же, как и животные. В процессе дыхания сложные органические соединения взаимодействуют с кислородом и окисляются, разлагаясь до воды и углекислого газа. При этом освобождается заключенная в них энергия, которая используется организмами для их жизнедеятельности. Дыхание является неотъемлемой особенностью подавляющего большинства живых существ.

Как и фотосинтез, дыхание представляет собой сложный биохимический процесс, который в общем виде может быть представлен следующим суммарным уравнением:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 2721{,}8 \text{ кДж}.$$

При дыхании поглощается кислород и выделяются углекислый газ и энергия, следовательно, дыхание является процессом, обратным фотосинтезу, в ходе которого происходят поглощение энергии и выделение кислорода. Создается впечатление, что один физиологический процесс (дыхание) уничтожает другой физиологический процесс (фотосинтез). На самом деле этого не происходит, так как фотосинтез идет в растениях значительно интенсивнее дыхания. При фотосинтезе выделяется кислорода в 10...30 раз больше, чем его поглощается при дыхании. Поэтому созидательный процесс фотосинтеза имеет в растениях преимущество над разрушающим органические вещества процессом дыхания. Дыхание растений осуществляется круглосуточно, но ночью оно протекает более интенсивно. В отличие от фотосинтеза, протекающего только в зеленых частях растений, дыхание наблюдается во всех живых клет-

ках листьев, корней, стеблей, плодов и семян. Интенсивность дыхания растений зависит от многих факторов. Так, повышение температуры усиливает дыхание, но при температуре выше 40 и ниже 0 °С дыхание приостанавливается. Аналогичное действие вызывает недостаток кислорода. В молодых листьях дыхание идет более интенсивно, чем в старых. Неодинакова интенсивность этого процесса и у разных видов растений.

Транспирация. Процесс испарения растениями воды называется транспирацией. Она имеет для растений большое значение. В растения из почвы поступают растворы минеральных веществ, которые, как и вода, необходимы для построения органических веществ. Вода испаряется, а минеральные вещества усваиваются растением. При наличии транспирации движение воды по растению происходит беспрерывно. Таким образом транспирация способствует поднятию воды вверх по стеблю.

Транспирация имеет большое значение и в охлаждении растения, что особенно важно для растений степей и пустынь, где температура воздуха бывает очень высокой. При испарении воды температура растений обычно снижается на 5...7 °С. Транспирация стимулирует всасывание корнями воды из почвы, что обеспечивает насыщение водой клеток растения. Различные растения транспирируют неодинаковое количество воды. Например, одно хорошо развитое растение кукурузы испаряет за лето 150 кг воды, подсолнечника — 200 кг, гороха — 5 кг; 1 га посева овса — свыше 3 000 000 кг, а кактусы, растущие в пустыне, испаряют воды мало, всего около 2700 кг/га за год.

Процесс транспирации у растений — явление не физическое, а биологическое. Этот процесс регулируется живыми клетками устьиц и изменяется в зависимости от многих факторов. На ускорение транспирации влияют повышение температуры воздуха, ветер и интенсивность света, увеличение влажности почвы и т. д. Ночью, когда устьица растения закрыты, испарение воды происходит менее интенсивно, чем днем.

Формирование растением органических веществ связано с транспирацией. Существует определенное соотношение между транспирацией и образованием органического вещества. Это соотношение получило специальное название — транспирационный коэффициент. Транспирационный коэффициент показывает, сколько граммов воды расходует растение при образовании 1 г сухого вещества (транспирационный коэффициент у проса равняется 250...400, у пшеницы — от 300 до 700). Транспирационный коэффициент изменяется под влиянием различных условий — температуры, влажности, света и др.

Морфологическое строение. Лист обычно имеет широкую и плоскую форму, что лучше обеспечивает выполнение основных функций — улавливание солнечных лучей, газообмен и испарение. В природе наблюдается очень большое разнообразие листьев по морфологии.

Типичный полный лист состоит из листовой пластинки, черешка и прилистников (рис. 84), но не у всех растений листья имеют эти основные части.

Листовая пластинка. Наиболее существенной частью листа является листовая пластинка. Обычно она крупнее других частей листа. Как правило, листовая пластинка плоская, реже трубчатая (лук) или игольчатая (сосна, ель). Форма листовой пластинки бывает самая разнообразная: округлая, сердцевидная, игольчатая, яйцевидная и др. По форме листовой пластинки называют и листья — округлые, сердцевидные, ланцетные и др.

В зависимости от характера края листовой пластинки листья бывают цельнокрайные и зазубренные.

Цельнокрайными называют такие листья, у которых края листовой пластинки цельные (сирень). В тех случаях, когда края листовой пластинки зазубренные, лист называют зазубренным (липа, тополь, крапива). В зависимости от характера зазубренности края различают пластинки листа: зубчатые — острые зубцы имеют более или менее равные стороны; пильчатые — зубцы острые, одна сторона зубца длиннее другой; городчатые — зубцы округлые; выемчатые — между зубцами глубокие выемки (рис. 85).



Рис. 84. Листья:

а — простой; *б* — сложный (состоит из 11 листочков); *1* — листовая пластинка; *2* — прилистники; *3* — черешок

По строению листовой пластинки листья делятся на простые и сложные. Простой лист во время листопада опадает целиком, т. е. пластинка вместе с черешком (сирень, липа). Сложным листом называется такой лист, у которого листовая пластинка состоит из нескольких листочков, прикрепленных к основному черешку листа при помощи своих укороченных черешков. В отличие от простого листа сложный лист во время листопада опадает обычно не весь сразу, а частями: сначала опадают отдельные листочки, а затем черешок листа (каштан конский, клевер, люпин).

Простые листья по степени расчленения (изрезанности) пластинки подразделяются на цельные, лопастные, раздельные и рассеченные (рис. 86).

У цельных листьев пластинка нерасчлененная. Они могут быть цельнокрайными (сирень) или по краю зазубренными (береза, липа).

Л о п а с т н ы е листья имеют пластинку, расчлененную на л о п а с т и, причем надрезы составляют не более $^1/_4$ ее ширины

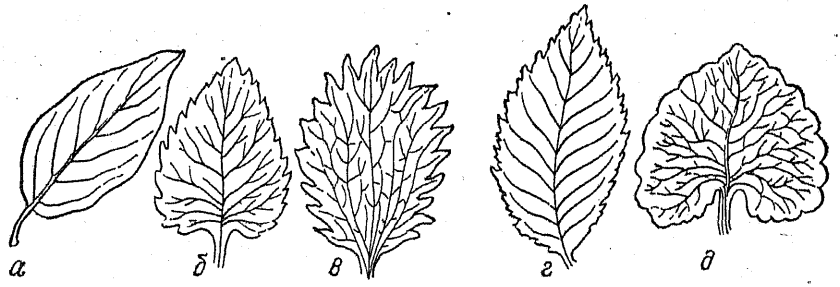


Рис. 85. Край листовой пластинки:

а — цельнокрайный; *б* — пильчатый; *в* — зубчатый; *г* — двоякопильчатый; *д* — городчатый

(дуб). У р а з д е л ь н ы х листьев пластинка расчленена на д о л и более глубокими надрезами, но не превышающими $^2/_3$ ее ширины

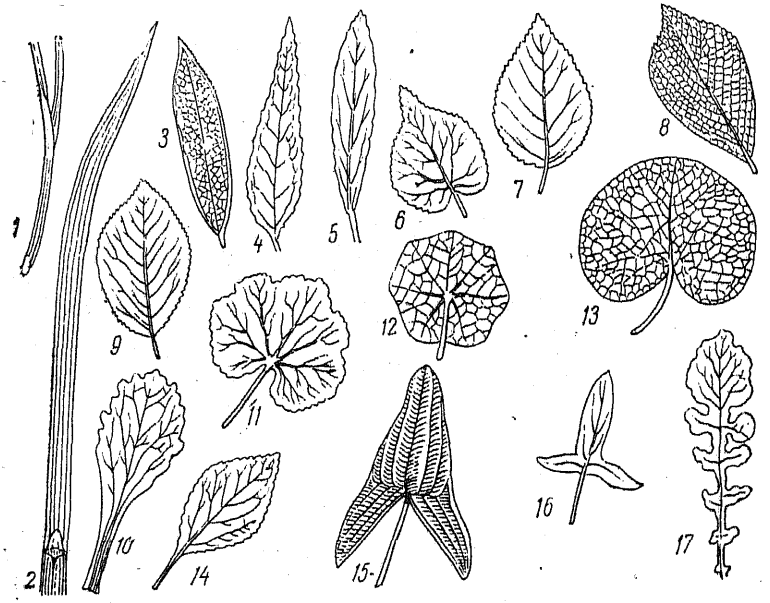


Рис. 86. Простые листья:

1 — игловидный (сосна); *2* — линейный (злаки); *3* — продолговатый; *4* — ланцетный; *5* — обратноланцетный; *6* — сердцевидный (липа); *7* — яйцевидный (черника); *8* — обратнояйцевидный (голубика); *9* — овальный; *10* — лаповидный (нивянка); *11* — округлый (манжетка); *12* — округлый (настурция); *13* — почковидный (калужница); *14* — ромбический (береза); *15* — стреловидный (стрелолист); *16* — копьевидный (щавелек); *17* — лировидный (сурепка)

(герань). У р а с с е ч е н н ы х листьев надрезы доходят до главной жилки и расчленяют пластинку на с е г м е н т ы, которые могут быть довольно широкими (картофель) или имеют более узкую,

часто нитевидную форму (укроп, полынь). Сегменты рассеченного листа у разных видов растений располагаются различно и образуются в неодинаковом количестве. В связи с этим различают листья тройчаторассеченные (лютик ползучий), перисторассеченные (валериана), пальчаторассеченные (лютик едкий).

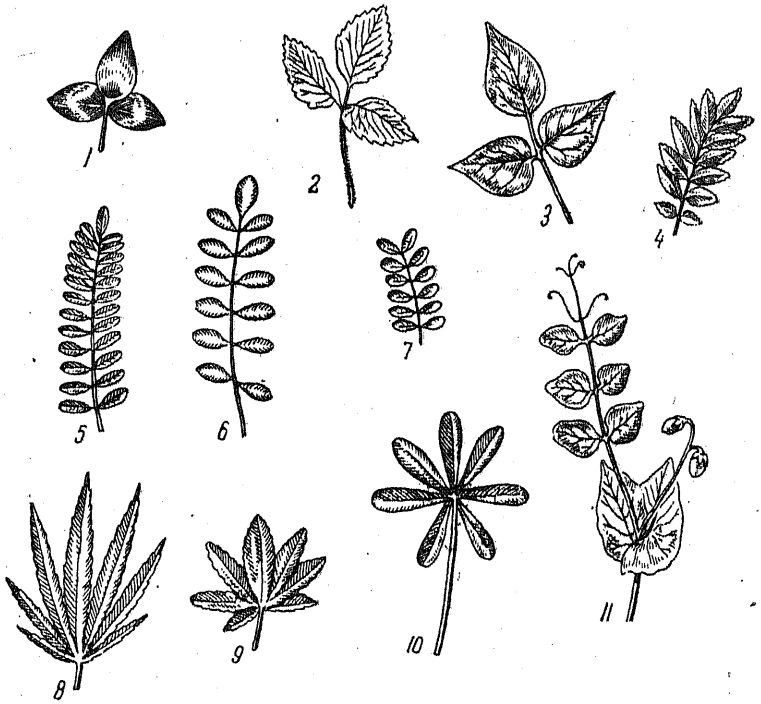


Рис. 87. Сложные листья:

1 — тройчатый клевера красного; *2* — тройчатый земляники; *3* — тройчатый сои; *4* — непарноперистый рябины; *5* — непарноперистый эспарцета; *6* — непарноперистый белой акации; *7* — парноперистый; *8* — пальчатый конопли; *9* — пальчатый лапчатки; *10* — пальчатый люпина; *11* — перистый гороха с усиками

Сложные листья в зависимости от количества и расположения листочков бывают тройчатые (клевер, люцерна, донник), пальчатые (люпин), перистые, среди которых в свою очередь различают парноперистые (горох, вика посевная) и непарноперистые (белая акация, рябина; рис. 87). У непарноперистых листьев листовая пластинка оканчивается на вершине одним листочком, а не двумя, как у парноперистых. У сложного листа листовой пластинкой является совокупность всех пластинок отдельных листочков.

Для листьев характерно наличие жилкования. Жилки листа представляют собой проводящие пучки, которые пронизывают

пластинку листа. Через середину листа проходит наиболее толстая — главная — жилка, которая переходит через черешок в стебель. Главная жилка разветвляется на большое количество боковых жилок. Иногда жилки неправильно называют «нервами».

Расположение жилок в пластинке листа различных растений неодинаково. Различают жилкование (рис. 88): п а р а л л е л ь н о е — жилки проходят параллельно одна другой вдоль длины пластинки (злаки — пшеница, кукуруза; осоковые); д у г о в и д н о е — жилки, дугообразно изгибаясь, расположены почти параллельно краю пластинки листа (ландыш, подорожник); с е т ч а т о е, когда жилки образуют густую сеть. Сетчатое жилкование может быть п е р и с т о е (яблоня, груша) и п а л ь ч а т о е, когда несколько одинаковых жилок выходят из одной точки у основания черешка листа (клен).

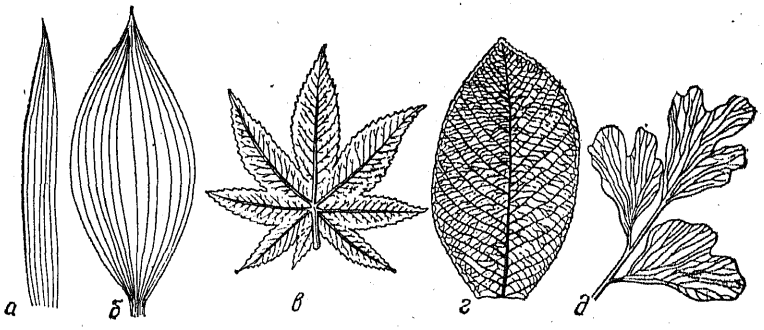


Рис. 88. Жилкование листьев:

а — параллельное у злаков; *б* — дуговидное у ландыша; *в* — пальчатое у клена; *г* — сетчатое у ивы; *д* — дихотомическое у гинкго

Характер жилкования листьев имеет большое значение в систематике растений. Например, параллельное и дуговидное жилкование свойственно однодольным растениям; пальчатое и перистое жилкование характерно для двудольных растений, а у однодольных растений встречается как исключение.

Роль жилок сводится к проведению воды и растворенных в ней питательных веществ из стебля в листья и из листьев в стебли. Кроме того, жилки создают опору листу и предохраняют его от разрыва под влиянием различных механических воздействий (дождь, ветер, град и т. д.).

Наиболее примитивным типом жилкования у покрытосеменных является перистое. Параллельное жилкование однодольных растений — явление вторичного происхождения.

П о в е р х н о с т ь листовой пластинки может быть гладкая или покрытая волосками и восковым налетом. Опушение и восковой налет служат пластинке листа защитными средствами от излишнего испарения и от неблагоприятных внешних условий, в частности от низких и высоких температур.

С точки зрения эволюционного развития более древним листом считается простой, цельнокрайный, с перистым жилкованием. В дальнейшем образовались простые листья различной рассеченности. Сложные листья появились у растений позднее в процессе усложнения простого листа, что способствовало увеличению листовой поверхности, а следовательно, лучшему улавливанию света.

Черешок. У большинства растений лист прикрепляется к стеблю при помощи черешка. Такие листья называются черешковыми. Черешок листа может быть короткий и длинный, он способствует лучшему расположению листьев на стебле по отношению к свету. Кроме того, по проводящим пучкам черешка поступают вода и растворенные в ней вещества из стебля в пластинку листа, а из пластинки в стебель передвигаются органические вещества, выработанные в ней в процессе фотосинтеза. У некоторых растений черешок иногда выполняет функции листа. Он способствует также большей подвижности и прочности листовой пластинки при воздействии на нее ветра и осадков.

Черешок обычно развивается после формирования листовой пластинки из особой образовательной ткани, которая находится у основания пластинки.

Лист без черешка называется сидячим. Нередко такой лист образует у основания расширенные лопасти, которые охватывают стебель (стеблеобъемлющий лист).

Прилистники. Листья многих растений имеют у основания особые выросты, которые называются прилистниками. Обычно у листа бывают 2 прилистника. Форма их довольно разнообразная: в виде маленьких листочков, щетинок, пленок, колючек. Как правило прилистники бывают значительно меньше по размеру, чем листья (клевер, люцерна), но у некоторых растений они очень крупные и напоминают листочки (горох). Прилистники свойственны преимущественно двудольным растениям (рис. 89). У более молодых по происхождению растений (семейство сложноцветные) прилистники отсутствуют. У многих растений прилистники развиваются раньше листьев, роль их заключается в защите молодых, нераспустившихся листьев. Иногда они выполняют функции листа (чина безлистная, горох). У некоторых растений прилистники срастаются и образуют вокруг стебля полую трубочку, которая называется раструбом (гречиха). У однодольных растений, например у злаков, прилистников нет.

Строение листа злаков. Характерное строение листа имеют злаки. У них лист состоит обычно из листовой пластинки, влагалища, язычка и ушков (рис. 90).

Длинная узколинейная пластинка листа злака у основания переходит во влагалище, которое представляет собой нижнюю часть листа, сросшуюся в трубку, плотно охватывающую стебель, что придает ему большую прочность.

Листорасположение. Листья располагаются на стебле различных растений в определенном порядке. Различают 3 основных типа

листорасположения: очередное (спиральное), супротивное и мутовчатое (рис. 91).

О ч е р е д н о е, или спиральное, листорасположение свойственно тем растениям, у которых листья сидят одиночно, к каждому

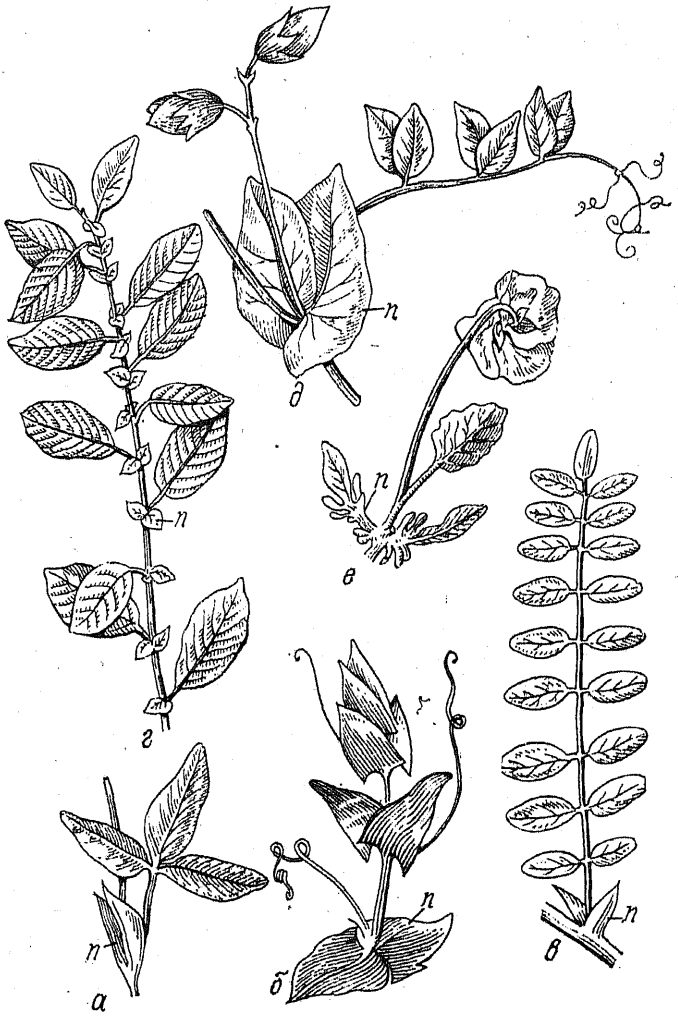


Рис. 89. Прилистники (*п*):

а — клевер; *б* — чина; *в* — акация белая; *г* — ива; *д* — горох; *е* — анютины глазки

узлу стебля прикрепляется один лист, и расположены листья на стебле по спирали. Очередное листорасположение имеет большинство цветковых растений как древесных (яблоня, вишня, груша и др.), так и травянистых (подсолнечник, тыква и др). При с у п р о т и в -

ном листорасположении к одному узлу прикрепляется 2 листа, расположенных один против другого (гвоздика, сирень, глухая крапива, мята и др.). При мутовчатом расположении листьев к одному узлу стебля прикрепляется 3 листа и больше (подмаренник, вороний глаз). Мутовчатое расположение листьев встречается реже, чем первые 2 типа.

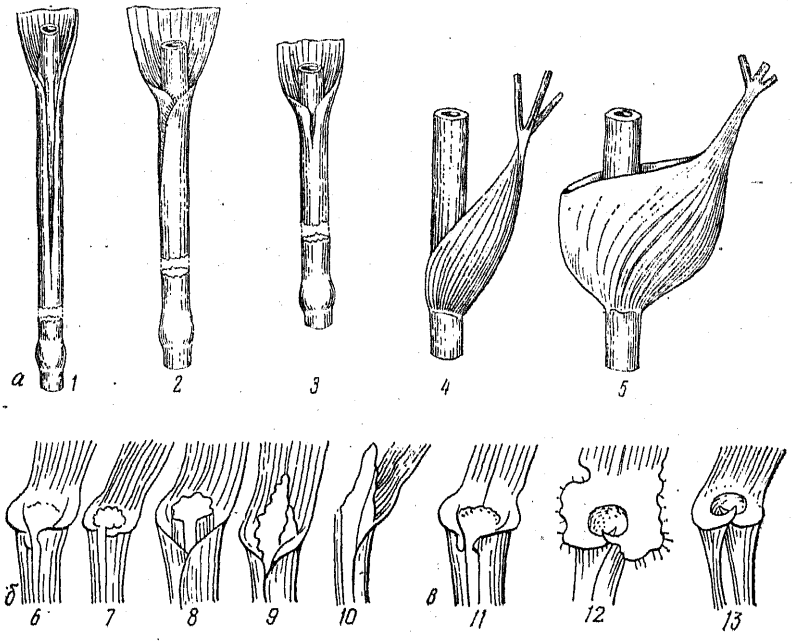


Рис. 90. Влагалища (*а*), язычки (*б*) и ушки (*в*) листьев:

1 — открытое расщепленное у бекмании обыкновенной; *2* — открытое завернутое у щетинника зеленого; *3* — закрытое у зубровки душистой; *4* — вздутое у дягиля лекарственного; *5* — чашевидное у ферулы яйцевидной; *6* — овсяница луговая; *7* — житняк гребенчатый; *8* — тимофеевка луговая; *9* — тимофеевка степная; *10* — мятлик болотный; *11* — овсяница луговая; *12* — овсяница тростниковидная; *13* — пырей ползучий

Явление «сна». У листьев многих растений наблюдается явление «сна», что особенно хорошо видно к концу дня, ночью и в пасмурную погоду. Это явление хорошо бывает заметно у растений, имеющих сложные листья: у клевера, люцерны, донника к концу дня листочки листовой пластинки опускаются — складываются.

Разнолистность (гетерофиллия). Обычно каждое растение имеет однородное морфологическое строение листьев, но встречаются растения, у которых на одной особи развиваются различные по форме листья (рис. 92).

Возрастная разнолистность. Чаще всего наблюдается возрастная разнолистность, которая появляется у растения с увеличением его возраста. На растении различают 3 типа листьев в зависимости от их возраста и положения: низовые, срединные

и верхушечные, которые различаются по величине, форме и другим особенностям.

Низовые листья наиболее старые, это первые листья растения. Часто они имеют недоразвитую пластинку. В большинстве случаев

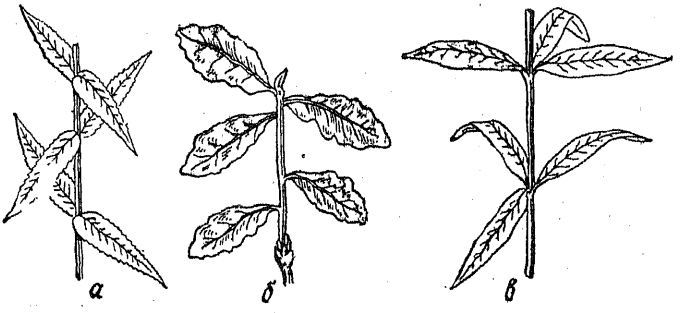


Рис. 91. Расположение листьев:
а — супротивное; *б* — очередное; *в* — мутовчатое

низовые листья, особенно у однолетних растений, засыхают и опадают задолго до конца вегетации. Срединные листья занимают средний ярус растения. Они развиты лучше других и являются наиболее характерными, типичными для данного растения. При описании растений главное внимание обращается именно на эти листья. Верхушечные листья расположены на вершине и, как низовые, не являются типичными: часто они мельче по размеру, иной формы и окраски, чем срединные листья.

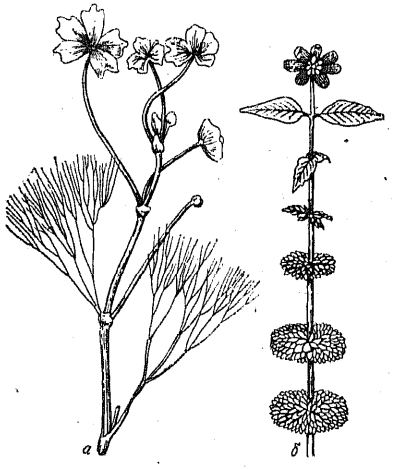


Рис. 92. Разнолистность:
а — подводные и надводные листья лютика водяного; *б* — листья череды

Экологическая разнолистность. Часто разнолистность обусловлена влиянием внешних условий. Так, например, обитающий в воде лютик водяной имеет 2 типа листьев: под водой — рассеченные, а на поверхности воды — лопастные. Сильно рассеченные подводные листья лучше усваивают из воды растворенный в ней углекислый газ и меньше подвергаются разрыву водой.

Размеры листьев. Листья разнообразны по размерам. У некоторых растений они измеряются несколькими миллиметрами, у

других — метрами. Листья бразильской пальмы рафии достигают 20 м длины и 12 м ширины, с черешком длиной 4...5 м, лентовидные листья африканского пустынного растения вельвичии — 3...4 м длины. Крупные листья имеют представители семейства кувшинковые, например, у водного растения виктории регии круглые по форме листья достигают в диаметре 2 м. Плавающие на воде такие листья способны выдерживать груз до 30...40 кг.

Формирование листьев. При прорастании семени первый лист растения появляется из почки зародыша семени почти одновременно со стеблем. В отличие от стебля и корня лист не имеет конуса нарастания. Возникает лист на стебле в виде листовых зачатков — листовых бугорков из клеток конуса нарастания стебля. Рост листового бугорка вначале происходит по 3 направлениям: в длину, ширину и толщину. Рост в толщину очень быстро прекращается, и лист уже в ранней фазе приобретает характерную для него плоскую форму. Сначала у листа развивается листовая пластинка, а затем черешок. В отличие от стебля лист обладает ограниченным ростом. Вначале лист растет своей верхушкой, затем рост его осуществляется за счет вставочной — интеркалярной — меристемы, расположенной у основания листовой пластинки. Следовательно, более старой частью листа является верхушка, а более молодой — основание листовой пластинки.

Долговечность листьев. Продолжительность жизни листьев у различных растений неодинакова. У большинства растений листья живут всего несколько месяцев и на зиму опадают. Листья могут опадать у растений через 1,5...5 лет, а у некоторых — даже через 12...15 лет. Так называемые вечнозеленые растения тоже не имеют «вечных» листьев, листья у них опадают, но не все сразу, ежегодно опадает только их часть, и поэтому создается впечатление, что у этих растений листья не сменяются.

Примерная продолжительность жизни отдельного листа составляет: у сосны — 2 года, у ели — 5...7 лет, у тиса — 6...10 лет, у араукарии — до 15 лет, у пробкового дуба — 1...3 года, у лавра — 4 года, у брусники — 1...4 года. Наибольшей долговечностью отличаются листья африканского растения пустынь — вельвичии, у которой они живут свыше 100 лет.

Листопад. Явление опадения листьев с растений получило название листопада. Оно связано с жизненными функциями растений и происходит в определенный период года. Выработалось это явление в процессе многовековой приспособляемости растений к периодически возникающим неблагоприятным условиям окружающей среды.

Листья насекомоядных растений. Среди большого разнообразия растений существует небольшая группа насекомоядных (около 450 видов), которые имеют своеобразно построенные листья, при помощи которых улавливаются насекомые. К таким растениям относятся росянка, пузырчатка и др. Особенно много видов насекомоядных растений произрастает в тропиках. Среди них оригинальное

растение непентес, или кувшинолистник, у которого лист превращается в кувшинчик с крышечкой для ловли насекомых (рис. 93).

Насекомоядные растения питаются одновременно и за счет фотосинтеза, и за счет готовых органических веществ, получаемых

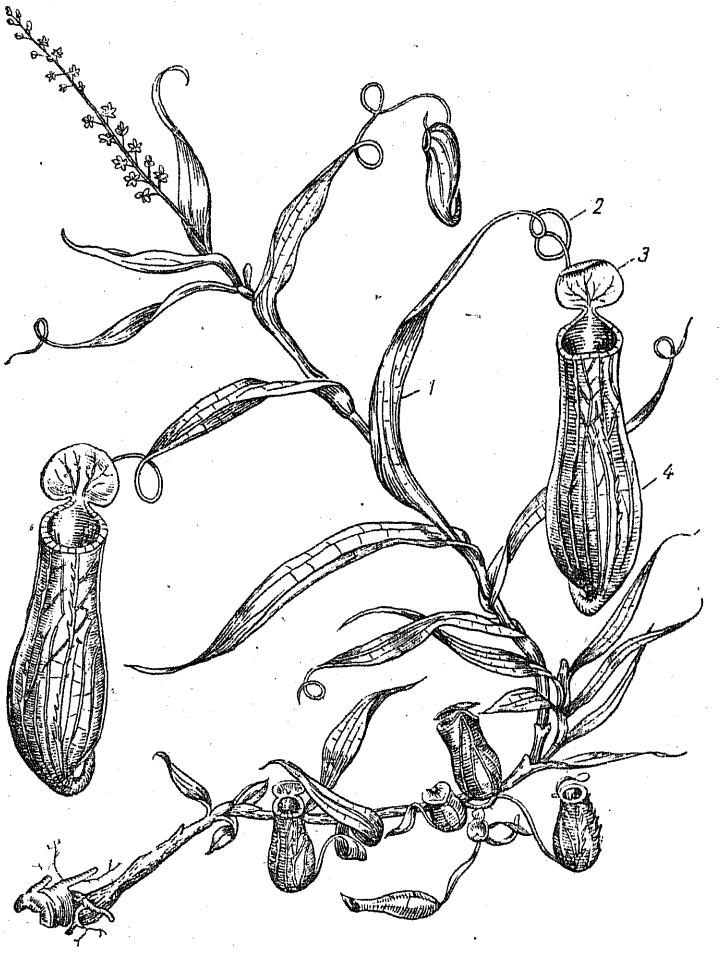


Рис. 93. Насекомоядное растение кувшинолистник (непентес):
1 — филлодий; *2* — усик; *3* — крышечка; *4* — кувшинчик

из тела насекомых, которые в листьях под влиянием особых ферментов растворяются и поглощаются растениями.

Видоизменения листьев. Видоизменения, или метаморфозы, листьев — явление довольно частое. Листья видоизменяются в усики (горох, чина), колючки (кактус, крыжовник), филлодии (австралийская акация), чешуйки (иглица) и т. д. Большинство

видоизменений связано с приспособлением растений к экономному расходованию влаги.

У многих растений верхняя часть листа или весь лист нередко превращается в простые или ветвистые усики. Усики-прицепки, при помощи которых растение со слабыми, тонкими стеблями прикрепляется к окружающим предметам и способствует сохранению вертикального положения стеблей (горох, различные виды вики, чины). У некоторых растений листья превращаются в острые иглы-колючки, которые служат, как и стеблевые колючки, органами защиты (барбарис, чертополох, кактус и др.).

Изменение листа, известное под названием филлодия, представляет собой листовидно расширенный черешок. Во время засухи при недостатке воды филлодий выполняет функции листа (некоторые виды акации).

В сухих степях и полупустынях на сильно засоленных и песчаных почвах обитают растения, у которых листья имеют вид чешуек, и поэтому растения кажутся безлистными (анабазис безлистный, эфедра и др.).

Анатомическое строение листа. Как уже отмечалось, лист развивается из зачатка (бугорка), который образуется экзогенно на конусе нарастания стебля. Верхушечный рост листа очень скоро прекращается, и дальнейшее его формирование осуществляется за счет вставочной меристемы, находящейся в основании пластинки. Лист имеет только первичное строение и неспособен к вторичному утолщению.

В отличие от стебля и корня, которым свойственна лучевая симметрия, лист, будучи плоским органом, имеет дорсовентральное (двухстороннее) строение. В типичных случаях верхняя и нижняя стороны пластинки отличаются своими анатомическими особенностями, которые тесно связаны с выполняемыми листом физиологическими функциями.

Вследствие большой пластичности лист является очень изменчивым органом. Так, на одном растении листья разных ярусов существенно отличаются один от другого. Это касается не только их морфологии, но и количественно-анатомических показателей — размеров клеток, числа устьиц и т. п. С увеличением высоты прикрепления листа его клетки становятся мельче, тогда как количество устьиц постепенно возрастает (закон Заленского).

На анатомическое строение листа большое влияние оказывают также условия произрастания растения — интенсивность освещения, влажность и другие факторы среды. Различные систематические группы растений — отделы, классы, семейства — наряду с другими признаками часто отличаются и анатомическими особенностями листьев.

Строение листа двудольного растения. Сверху и снизу лист покрыт эпидермисом (рис. 94). Для верхнего эпидермиса характерны небольшое количество устьиц и наличие бесструктурной прозрачной пленки — кутикулы, которая представ-

ляет собой застывший кутин. Благодаря мощному слою кутикулы листья многих растений — брусники, фикуса, камелии и др. — имеют блестящую поверхность, хорошо отражающую солнечные лучи, что защищает растения от перегрева.

В нижнем эпидермисе сосредоточено большинство устьиц, он обычно не имеет кутикулы, но часто покрывается восковым налетом или густым опушением. Такое строение эпидермиса листа предохраняет растение от потери влаги, так как снижает интенсивность транспирации.

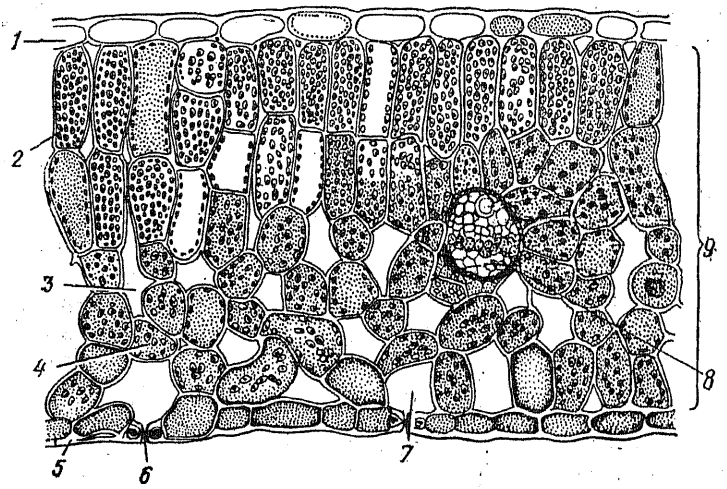


Рис. 94. Анатомическое строение листа свеклы:

1 — верхний эпидермис; *2* — столбчатая паренхима; *3* — межклетник; *4* — губчатая паренхима; *5* — нижний эпидермис; *6* — устьице; *7* — дыхательная полость; *8* — проводящий пучок; *9* — мезофилл

Через устьица осуществляются 2 важные функции листа — газообмен и транспирация. На 1 мм^2 поверхности листа обычно находится 100...300 устьиц, но у некоторых растений число их значительно больше.

Между верхним и нижним эпидермисом заключена мякоть листа — м е з о ф и л л. Он состоит из основной ассимиляционной паренхимы и обычно подразделяется на 2 типа тканей — с т о л б ч а т у ю, или п а л и с а д н у ю, примыкающую к верхнему эпидермису, и г у б ч а т у ю, граничащую с нижним эпидермисом. Клетки палисадной ткани имеют вытянутую форму, содержат большое количество хлоропластов и расположены плотно, без межклетников. Чаще всего палисадная ткань состоит из 2 рядов клеток. Основная ее функция — фотосинтез. Губчатая ткань представлена более или менее округлыми клетками, расположенными очень рыхло, с большими межклетниками. В клетках губчатой ткани содержится меньшее количество хлоропластов, чем в клетках

столбчатой ткани, и фотосинтез идет в ней менее интенсивно. Помимо процесса фотосинтеза, в губчатой ткани осуществляются газообмен и транспирация, а также отток ассимилятов в проводящие пучки, которые пронизывают мезофилл.

Проводящие пучки листа, называемые обычно жилками, коллатеральные, закрытые. Очень редко в главной жилке после формирования листа некоторое время сохраняется камбий. Флоэма обращена в сторону губчатой ткани, ксилема — в сторону столбчатой ткани. У некоторых растений проводящие пучки окружены специальными обкладочными клетками, которые выполняют функцию передачи питательных веществ из ассимиляционной ткани листа в ситовидные трубки флоэмы.

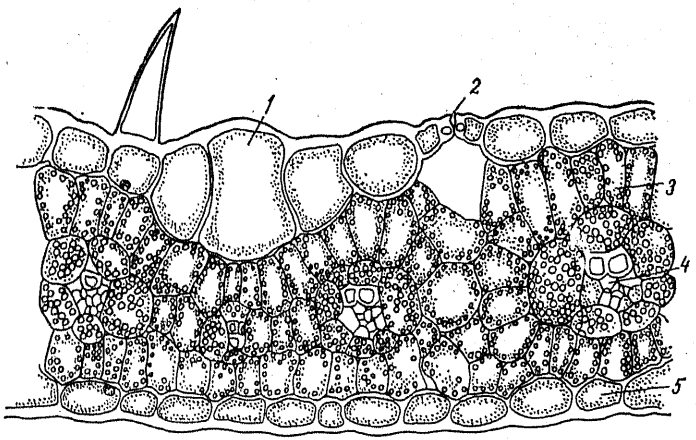


Рис. 95. Анатомическое строение листа злака (кукурузы):

1 — моторные клетки; *2* — устьице в верхнем эпидермисе; *3* — хлоренхима; *4* — проводящий пучок; *5* — нижний эпидермис

Механические ткани в листе представлены склеренхимой, сопровождающей проводящие пучки со стороны флоэмы и ксилемы. Склеренхимные волокна листьев некоторых растений (агавы, новозеландского льна и др.) имеют практическое значение, так как обладают большой прочностью и значительной длиной. Под эпидермисом часто встречается колленхима, а в мезофилле — отдельные опорные клетки с утолщенными оболочками.

У некоторых растений листья характеризуются одинаковым анатомическим строением мезофилла как в верхней, так и в нижней стороне пластинки. Такие листья называются изолатеральными.

Строение листа злака. Листья злаков не имеют дифференциации мезофилла на губчатую и столбчатую ткань, он состоит из однородной ассимиляционной ткани — хлоренхимы (рис. 95). В эпидермисе находятся устьица, расположенные правильными рядами, с замыкающими клетками своеобразной формы. Каждая замыкающая клетка имеет вытянутую форму; в ее пузыревидно

расширенных концах, покрытых более тонкой оболочкой, содержатся хлоропласты (см. рис. 35). Остальная часть клетки толстостенная. При насыщении водой концы замыкающих клеток раздуваются, толстостенные участки их раздвигаются, и это обусловливает раскрывание устьичной щели.

У многих злаков (пшеница, кукуруза и др.) некоторые клетки эпидермиса отличаются более крупными размерами, тонкой оболочкой и наличием большой центральной вакуоли. Это моторные, или двигательные, клетки. Обычно они расположены веерообразно на дне небольших углублений, образующих бороздки, и выполняют

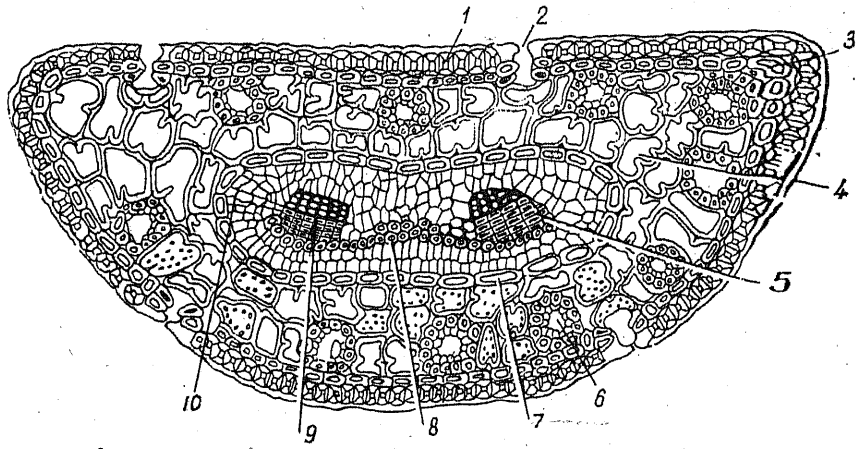


Рис. 96. Анатомическое строение листа сосны (хвоинки):

1 — эпидермис; *2* — устьице; *3* — гиподерма; *4* — складчатая паренхима; *5* — флоэма; *6* — смоляной ход; *7* — эндодерма; *8* — склеренхима; *9* — ксилема; *10* — трансфузионная паренхима

важную функцию, связанную с предохранением растения от избыточной транспирации. При недостатке влаги тонкостенные моторные клетки теряют тургор и, спадаясь, вызывают складывание пластинки. При насыщении водой они увеличиваются в объеме, и листовая пластинка снова распрямляется. У злаков, обитающих в засушливых условиях степей (ковыль, типчак), пластинка листа обычно свернута в трубку, нижний эпидермис, не имеющий устьиц, остается снаружи, а верхний — с устьицами, оказывается внутри трубки, что значительно понижает интенсивность испарения.

Строение листа хвойного растения. Хвоя сосны, как и многих других вечнозеленых хвойных растений умеренной зоны, хорошо приспособлена к экономичному расходованию влаги в зимний период. Она имеет игловидную форму, что способствует значительному сокращению испаряющей поверхности. Хвоя отличается своеобразным анатомическим строением (рис. 96). Эпидермис ее состоит из толстостенных клеток с очень небольшой по-

лостью. На внешнюю сторону листа выделяется кутин, образующий довольно мощный слой кутикулы. Устьица расположены на дне глубоких бороздок, заполненных зернышками воска. Под эпидермисом находится слой гиподермы, имеющий клетки с утолщенными и одревеснев шими стенками.

Мезофилл хвои состоит из однородной ассимиляционной ткани, получившей название складчатой паренхимы. Она представлена клетками, оболочки которых образуют складки, заходящие в полость клетки. Цитоплазма с содержащимися в ней хлоропластами образует обычно в клетках хвои постенный слой, располагаясь вдоль клеточной оболочки. Такое строение клеток складчатой паренхимы в значительной степени увеличивает ассимиляционную поверхность мезофилла хвои. В центре хвои расположены 2 проводящих пучка, окруженных трансфузионной паренхимой. Клетки трансфузионной паренхимы проводят воду и органические вещества, а также осуществляют связь между проводящими пучками и мезофиллом. К пучкам в некоторых местах примыкают толстостенные клетки склеренхимы. Центральная часть хвои отделена от мезофилла кольцом клеток эндодермы, также имеющих утолщенные и одревеснев шие оболочки. В мезофилле проходят смоляные ходы, окруженные склеренхимой и выстланные эпителиальными клетками, выделяющими смолу в полость хода.

Лист и урожай. Лист является тем основным органом растения, в котором происходит чудодейственный процесс природы — фотосинтез.

Все агротехнические мероприятия (вспашка, сроки и нормы посева, прополка, внесение удобрений и др.), проводимые человеком вовремя и правильно, способствуют лучшему развитию растений, более активному процессу фотосинтеза, а следовательно, формированию более высоких урожаев растений.

Использование листьев. Листья употребляются в пищу (капуста, салат, лук, щавель, шпинат и др.), широко используются в качестве сырья в промышленности (табак, чай, мята и др.). В медицине для приготовления лекарств применяются листья белладонны, мяты, шалфея, алоэ, наперстянки и др. В огромном количестве листья употребляются в корм животным.

Органы аналогичные и гомологичные

В связи с приспособлением растений к условиям существования наблюдается различное изменение их органов, что способствует выполнению ими особых функций. Например, у некоторых растений появляются особые органы защиты — колючки; у других растений образуются органы, выполняющие роль хранилищ запасных веществ — корнеплоды, клубни, корневища; у третьих — специальные органы прикрепления к окружающим предметам — усики (горох, виноград).

Часто видоизмененные органы растений, выполняющие одинаковую функцию, имеют различное происхождение. В зависимости от формы и происхождения видоизмененных органов (или их частей) различают органы аналогичные и гомологичные (рис. 97).

Аналогичными органами называются такие, которые выполняют одинаковую функцию, имеют одинаковый внешний вид, но различны по своему происхождению. Примером аналогичных



Рис. 97. Аналогичные (*а*) и гомологичные (*б*) органы:

1 — колючки листового происхождения у барбариса; *2* — колючки из прилистников у белой акации; *3* — колючки побегового происхождения у боярышника; *4* — усики винограда; *5* — колючки гледичии

органов могут служить колючки, о которых говорилось выше; все они выполняют одинаковую функцию, имеют одинаковый внешний вид, а происхождение разное: у кактуса — листовое, у боярышника они произошли из побегов, у акации белой — из прилистников.

Гомологичными органами называются такие, которые имеют одинаковое происхождение, но строение и функции их различны (например, лепестки цветка и усики гороха произошли из листа, а внешнее строение и функции их различны).

Глава IV. РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ И ЧЕРЕДОВАНИЕ ПОКОЛЕНИЙ

Каждое растение, достигнув определенного возраста, приступает к размножению, т. е. воспроизведению себе подобных особей. Способность растений, как и всякого живого организма, к размножению обеспечивает сохранение и увеличение численности видов.

Различают 3 способа размножения растений: бесполое, вегетативное и половое. В процессе исторического развития растительного мира бесполое размножение возникло раньше полового и вегетативного.

Бесполое размножение

Бесполое размножение — это размножение растений при помощи спор. Спора представляет собой особую клетку микроскопических размеров, которая при отделении от материнского растения способна прорастать без слияния с другой клеткой и образовывать новое растение, сходное с материнским. Оболочка спор утолщена, но не равномерно, через слабо утолщенные места оболочки спора прорастает. Цитоплазма спор богата питательными веществами. Споры образуются как у низших (бактерии, водоросли, грибы), так и у высших растений (мхи, папоротники). По характеру строения различают споры и зооспоры. Споры образуются сухопутными растениями, они неспособны передвигаться самостоятельно и благодаря малому размеру легко переносятся ветром, водой, животными и человеком. Зооспоры — также микроскопически малые клетки, но в отличие от спор они имеют жгутики, при помощи которых свободно передвигаются в воде. Зооспоры образуются низшими водными растениями и некоторыми грибами. Формируются споры в специальных органах — спорангиях, а зооспоры — в зооспорангиях. Споры и зооспоры имеют гаплоидный набор хромосом.

Для обеспечения размножения споровые растения образуют колоссальное количество спор, и в этом заключается биологическое значение бесполого размножения. Например, один экземпляр гриба дождевика образует несколько миллионов спор, из которых прорастает только небольшой процент, большинство спор его попадает в неблагоприятные условия и гибнет.

Вегетативное размножение

При вегетативном размножении новые особи развиваются из отдельных вегетативных органов или других частей тела растений. Вегетативное размножение осуществляется благодаря способности растений к регенерации, т. е. свойства восстанавливать из части тела целый организм, сходный с материнским.

Вегетативное размножение свойственно и низшим и высшим растениям. У низших растений оно может происходить делением одноклеточного организма на 2 клетки (одноклеточные водоросли), отделением кусочков от многоклеточного тела — слоевища (многоклеточные водоросли, лишайники) или частями грибницы (большинство грибов). Дрожжевые грибы вегетативно размножаются почкованием. У высших растений вегетативное размножение распространено очень широко и способы его чрезвычайно разнообразны. Оно осуществляется посредством вегетативных органов, их различных видоизменений или частей.

Вегетативное размножение может быть *естественным* (в природных условиях) и *искусственным*, когда растения вегетативно размножает человек.

Обычно потомство вегетативно размноженного растения сходно с материнским растением, в основном оно сохраняет признаки исходного растения. В этом заключается биологическая особенность вегетативного размножения. Пользуясь ею в практике сельского хозяйства, растения часто размножают вегетативно искусственно в целях сохранения чистоты сорта (картофель, георгин, земляника, земляная груша, роза, малина и др.). Потомство растений, размноженных вегетативным способом (черенками, клубнями и т. д.), называется *клоном*. Особи клона обычно отличаются большей однородностью, чем особи того же растения, размноженные половым путем — семенами, особенно это бывает ясно выражено у перекрестноопыляемых растений. Часто в практике сельского хозяйства только при клонировании (вегетативном размножении) удается сохранить особенности сорта (плодовые деревья, картофель). Некоторые сельскохозяйственные растения размножаются вегетативным способом в течение многих лет (картофель, земляника).

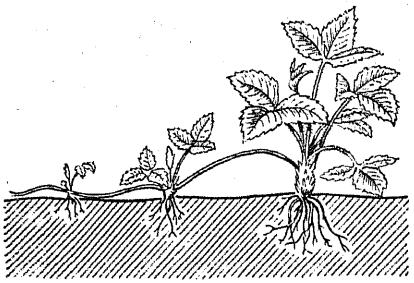


Рис. 98. Вегетативное размножение земляники надземными ползучими побегами

Особенно большое разнообразие способов вегетативного размножения наблюдается у цветковых растений. Эта группа растений в дикорастущем состоянии может размножаться корневищами, луковицами, клубнями, усами, плетями, корневыми отпрысками, делением кустов и др. При помощи корневищ вегетативно размножаются очень многие многолетние дикорастущие травы (пырей, костер безостый, лютиковые, тростник, бамбук, ирис, ландыш, мать-и-мачеха, тысячелистник и др.).

Надземными ползучими побегами размножаются земляника (рис. 98), лапчатка, будра, камнеломка и др.

В практике плодоводства широко применяется размножение растений прививками, или трансплантацией. Этот способ вегетативного размножения заключается в том, что часть одного растения пересаживается на другое растение, на котором она приживается и в дальнейшем дает начало новой особи. Прививками размножают многие культурные сорта плодовых растений.

Многие растения легко размножаются делением куста и различными черенками.

Половое размножение

Наиболее совершенным способом размножения растений является половой; он свойствен как низшим, так и высшим растениям. Только у некоторых водорослей и несовершенных грибов половое размножение еще не установлено.

Сущность полового размножения заключается в слиянии двух половых клеток — женской и мужской, которые называются г а м е т а м и. Клетка, образуемая в результате слияния двух гамет, получила название зиготы. В дальнейшем из зиготы в процессе ее развития образуется новый организм.

Особенность полового размножения растений проявляется прежде всего в том, что при слиянии двух половых клеток происходит соединение наследственных особенностей материнской и отцовской особей. Потомство, полученное в результате полового размножения, сочетает в себе признаки и свойства двух родительских форм. Поэтому такое потомство получается более разнообразным, является более жизненным и лучше приспосабливается к различным условиям. В этом заключается биологическое значение полового размножения. У семенных растений половое размножение способствует образованию в потомстве большого количества семян, при помощи которых происходит расселение и размножение растений.

У растений существует 3 типа полового процесса: изогамия, гетерогамия и оогамия.

При и з о г а м и и происходит соединение двух подвижных и морфологически одинаковых гамет. Изогамный тип полового воспроизведения считается наиболее примитивным, он широко распространен у многих водорослей и грибов.

Г е т е р о г а м и я представляет собой несколько более совершенный тип полового процесса, при котором сливаются 2 подвижные, но различные по величине гаметы: женская — крупная, мужская — более мелкая. Этот тип полового процесса присущ некоторым зеленым и бурым водорослям.

О о г а м и я считается наиболее совершенным половым процессом у растений. Этот тип свойствен не только многим низшим растениям (начиная с водорослей), но и высшим. При оогамии происходит еще бо́льшая дифференциация мужских и женских гамет, которые резко отличаются по форме, величине и физиологическим особенностям. Женская гамета характеризуется большей

величиной и неподвижностью. Такая гамета называется яйцеклеткой. Мужская гамета очень мелкая, подвижная, имеет своеобразную форму и называется сперматозоидом.

У цветковых растений, которым также свойствен оогамный тип полового процесса, происходит еще бо́льшая специализация мужской гаметы, которая теряет жгутики, а следовательно, способность самостоятельно передвигаться и называется спермием. Половые клетки развиваются у растений в специальных органах, описание которых будет разобрано при характеристике отделов растений.

В процессе исторического развития растительного мира сначала возникло бесполое размножение, а затем половое и вегетативное.

Чередование бесполого и полового поколений

У преобладающего большинства как высших, так и низших растений существует 2 способа размножения: бесполое и половое. Причем у каждого растения полный жизненный цикл его развития возможен только при наличии обоих способов размножения, которые осуществляются в определенной очередности: один способ размножения чередуется с другим, и, следовательно, происходит определенное чередование, или смена, поколений — бесполого и полового.

Сущность чередования поколений в цикле развития одного растения заключается в том, что одно поколение образует органы полового размножения, а другое поколение — органы бесполого размножения. Поколение, образующее органы полового размножения, в которых формируются половые клетки — гаметы, называется половым поколением, или гаметофитом. Поколение, на котором образуются органы бесполого размножения, с развивающимися в них спорами, называется бесполым, или спорофитом.

В процессе эволюции у разных групп растений гаметофит и спорофит формировались неодинаково, а поэтому в растительном мире существуют большие различия в морфологическом строении таких поколений. У одних растений оба поколения развиты одинаково, внешне довольно сходны и живут самостоятельно (многие водоросли). У других растений гаметофит и спорофит внешне сильно различаются. Так, например, у мхов гаметофит развит сильнее и морфологически более дифференцирован, чем спорофит, но существуют они не самостоятельно: спорофит живет (паразитирует) на гаметофите (мох кукушкин лен).

Очень ясно выражено развитие двух поколений у папоротников. У них оба поколения живут самостоятельно, причем у некоторых папоротников спорофит по размерам резко отличается от гаметофита (мужской папоротник). Бесполое поколение у этого папоротника представляет собой крупное растение, хорошо дифференци-

рованное на отдельные органы, достигающие 80...100 см и больше, а половое поколение (гаметофит) — очень маленькое растеньице в виде зеленой пластинки с 10-копеечную монету.

Процесс чередования поколений мужского папоротника проходит следующим образом. На нижней стороне листа спорофита образуются специальные органы (спорангии), в которых формируются споры. Созревшие споры высыпаются и, попав в благоприятные условия, прорастают.

Из споры вырастает маленькая зеленая пластинка, которая и представляет собой половое поколение, или гаметофит, папоротника. В данном случае это половое поколение носит специальное название — заросток. С нижней стороны заростка образуются мужские (антеридии) и женские (архегонии) половые органы. В антеридиях формируются мужские гаметы — сперматозоиды, в архегониях образуются женские гаметы — яйцеклетки.

После оплодотворения из образовавшейся зиготы развивается бесполое поколение папоротника — спорофит, т. е. вырастает обычное растение папоротника, на листьях которого снова образуются споры. Жизненный цикл папоротника начинается снова (рис. 99).

Таким образом, у мужского папоротника бесполое и половое поколения растут отдельно и питаются самостоятельно.

У цветковых, которые эволюционно стоят выше рассмотренных растений, чередование поколений также существует, но оно выражено менее наглядно, так как у этих растений гаметофиты сильно редуцированы. У цветковых растений имеется 2 гаметофита — мужской (двуклеточное пыльцевое зерно) и женский (зародышевый мешок, содержащий 7 клеток). У этих растений гаметофит живет на бесполом поколении, которое представляет собой целое растение, достигающее у некоторых представителей огромных размеров (береза, дуб и др.), тогда как женский и мужской гаметофиты у цветковых растений имеют микроскопически малую величину.

Одновременно с чередованием поколений происходит смена ядерных фаз. Осуществляется это следующим образом. На бесполом поколении споры образуются в спорангиях из спорогенной ткани. При образовании спор происходит редукционное деление, и споры, следовательно, имеют гаплоидный набор хромосом. Образовавшийся из споры гаметофит — половое поколение и сформировавшиеся на нем гаметы также гаплоидны. При слиянии гаплоидных гамет на половом поколении образуется зигота, которая несет уже диплоидный набор хромосом. Гаплоидная фаза ядра сменилась диплоидной фазой. Из зиготы развивается бесполое поколение — спорофит — с диплоидным набором хромосом. Затем при образовании спор число хромосом снова уменьшается вдвое и т. д. Таким образом, гаметофит и спорофит различаются не только внешне, но и цитологически: они имеют различное число хромосом.

У более древних примитивных растений в цикле развития преобладает половое поколение — гаметофит (гаплоидная фаза). Более

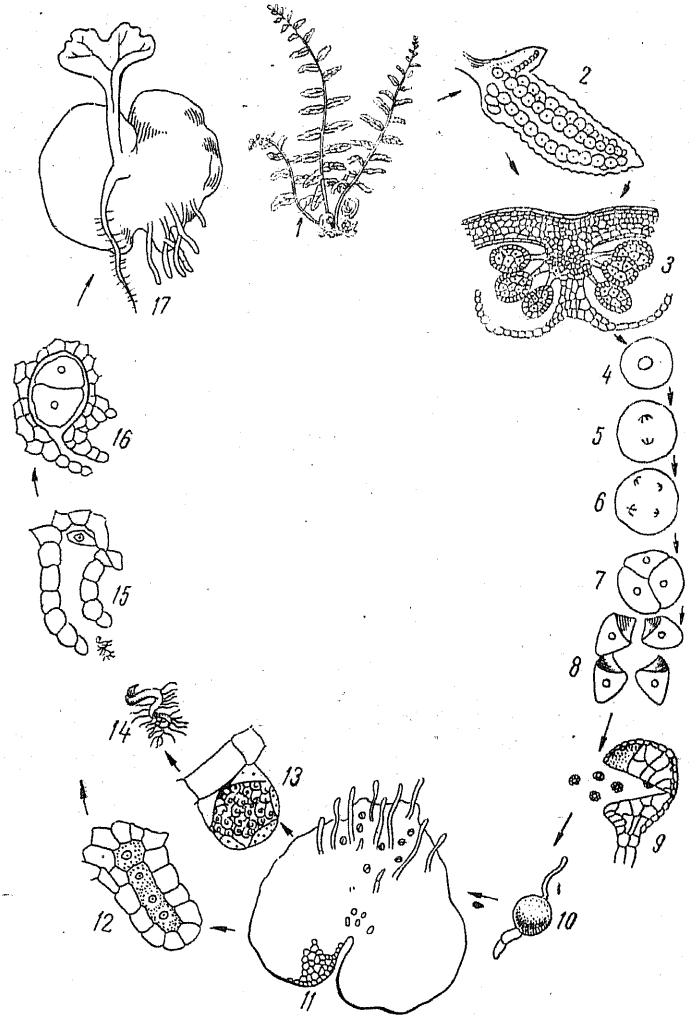


Рис. 99. Чередование поколений у папоротника щитовника мужского:

1 — спорофит; *2* — часть листа с сорусами; *3* — сорус в разрезе; *4* — клетка спорогенной ткани; *5* — редукционное деление; *6* — 2-е деление; *7* — тетрада; *8* — споры; *9* — раскрывшийся спорангий; *10* — прорастающая спора; *11* — заросток (гаметофит); *12* — архегоний; *13* — антеридий; *14* — сперматозоид; *15* — проникновение сперматозоида в архегоний; *16* — деление зиготы; *17* — заросток с проростком молодого папоротника

высокоорганизованным растениям, наоборот, свойственно при чередовании поколений преобладание бесполого поколения — спорофита (диплоидной фазы), что особенно ясно выражено у цветковых

растений, у которых половое поколение претерпело сильную редукцию.

Чередование поколений имеет большое биологическое значение, так как в нем сочетается 2 способа размножения: бесполое, дающее большое число особей, и половое, способствующее обогащению наследственности потомства.

Понятие «чередование поколений» следует считать условным, так как бесполое (спорофит) и половое (гаметофит) поколения, хотя у многих растений и представляют собой как бы самостоятельные организмы, в отдельности не могут обеспечить полного цикла развития растения. Единый цикл развития растений осуществляется только в совокупности этих 2 поколений. Спорофит и гаметофит не представляют собой 2 самостоятельные особи одного и того же растения, а являются различными этапами его развития.

Раздел II. СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Глава V. ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМАТИКУ

Задачи систематики

Растительный мир чрезвычайно разнообразен. Для того чтобы разобраться во всем разнообразии растений, необходимо произвести их описание и инвентаризацию, т. е. составить опись. Это позволит классифицировать растения, т. е. объединить их в определенные систематические группы на основании сходства признаков и однородности происхождения. Этим и занимается систематика растений.

Основными задачами систематики растений являются: 1) изучение и описание всего разнообразия существующих и вымерших растений; 2) установление родственных (филогенетических) отношений и связей между отдельными группами растений. В задачу систематики входит также выяснение эволюции (исторического развития) растительного мира и процессов видообразования.

На основе всестороннего сравнительного изучения растений и их родственных отношений систематика распределяет растения по группам и располагает их в соподчиненные систематические единицы: отделы, классы, порядки, семейства и т. д.

Эволюция растительного мира

Возникновение и эволюция растительного мира неразрывно связаны с историей развития Земли. История Земли очень длительная, возраст Земли исчисляется в 4...6 млрд. лет. За этот очень длительный отрезок времени Земля претерпела огромные изменения, с которыми связано появление жизни на ней.

На вопрос, какие организмы были первенцами на Земле, ответить до сих пор невозможно. Первые организмы на Земле должны были обладать способностью жить без света, кислорода и органических веществ, которых не было еще на Земле. По-видимому, такими древнейшими организмами были железобактерии, которые для своего существования не нуждались ни в кислороде воздуха, ни в органических веществах. Их жизнь осуществлялась в результате чисто химических процессов. Это были гетеротрофные организмы, способные синтезировать органические вещества для своего развития путем хемосинтеза.

Некоторые ученые в настоящее время высказывают предположение, что первичными организмами Земли были растения, объединяемые в группу дробянок. Эта группа растений включает такие микроорганизмы, у которых отсутствует сформировавшееся ядро, т. е. безъядерные микроорганизмы. К дробянкам относятся бактерии и сине-зеленые водоросли.

Возникновение зеленых представителей растительного мира связано с появлением хлорофилла, что привело к образованию простейших автотрофных растений. Предполагается, что это были одноклеточные, микроскопические сине-зеленые водоросли, которые могли уже осуществлять процесс фотосинтеза. На Земле появился кислород. Процесс формирования новых форм растений значительно ускорился.

На Земле все время менялись климат, поверхность, что влекло за собой изменение среды, под влиянием которой у растений вырабатывались новые формы, а естественный отбор уничтожал все несовершенное и сохранял наиболее жизнеспособное. Так создавались различные формы растений.

В истории развития растительного мира можно выделить 6 основных эпох, в каждой из которых наблюдалось доминирование отдельных групп растений: 1) эпоха бактерий и близких к ним организмов; 2) эпоха водорослей; 3) эпоха псилофитов, первых сухопутных растений; 4) эпоха гигантских теломофитов (плауны, хвощи, папоротники); 5) эпоха голосеменных; 6) эпоха покрытосеменных, или цветковых, растений.

Отдельные эпохи растительного мира получили свое название по названию доминирующих растений.

Наиболее древними растениями были простейшие — бактерии и водоросли. В процессе исторического развития растительные организмы все время усложнялись, одновременно происходило вымирание больших групп растений, которые оказывались не приспособленными к изменяющимся условиям Земли. На смену вымирающим группам растений приходили новые, более приспособленные к окружающим условиям. В конечном итоге в кайнозойскую эпоху доминирующее положение на Земле заняла более совершенная группа растений — покрытосеменные, или цветковые. Эволюция отдельных групп растений в разные геологические эры проходила с неодинаковой скоростью. Эволюция растений необратима, т. е. вымершие группы растений вновь уже не появлялись. Таким образом, в процессе исторического развития сформировался тот огромный мир растений, который окружает нас.

Краткая история развития систематики растений

Развитие систематики растений, как и любой другой науки тесно связано с историей мирового хозяйства. Систематика растений имеет большое значение в жизни человека, ибо конечной целью

выявления и описания растений является установление наиболее ценных из них для различного использования человеком.

Систематикой (классификацией) растений человек занимался с древних времен. Сначала он объединял в группы растения по их практическому значению (пищевые, лекарственные, ядовитые и др.). Постепенно познания человека в области ботаники увеличивались, усложнялась и классификация растений.

Описания растений появились в Древнем Египте за 3 тыс. лет до н. э. Позднее описанием растений занимались философы и врачи Древнего Рима и Греции.

Как самостоятельная наука систематика растений ведет свое начало с XVI в., когда в Западной Европе появились первые печатные работы под названием травники, в которых приводились описания растений. Однако более интенсивно систематика растений стала развиваться с начала организации ботанических садов, в которых сосредоточивались в живом виде местные и завозные растения. В настоящее время научные исследования по систематике растений сосредоточены главным образом в ботанических садах.

В древние времена, до появления специалистов (ботаников и естествоиспытателей), описанием растений занимались философы и лекари. В эпоху Возрождения в ботанике, как и других науках, наблюдался значительный подъем. В это время из Европы совершаются путешествия в разные страны (Африка, Австралия, Индия, Америка и др.).

От путешественников, мореплавателей соотечественники узнавали о новых, неизвестных в Европе растениях. Для ознакомления с новыми растениями их стали привозить в засушенном состоянии. Создавались «сухие сады» (то что теперь называется гербарием). Еще в XIV в. в Италии начали устраивать аптекарские сады, в которых выращивали главным образом лекарственные и ароматические растения. Позже эти сухие сады были реорганизованы в ботанические сады, в которых выращиваются местные и чужеземные растения.

Системы растительного мира

История развития систематики растений неразрывно связана с историей развития человека. В процессе жизнедеятельности человека возрастали его запросы, расширялись знания о растениях, их строении и использовании. Изменялись направления, методы и приемы изучения систематики растений. Существует большое разнообразие схем классификаций растений. Это разнообразие классификаций обычно объединяется в 3 основные группы систем растений: искусственные, естественные и филогенетические.

Искусственные системы классифицируют растения обычно по одному случайно взятому признаку. Таких искусственных систем существовало очень много. Например, еще древнегреческий философ и естествоиспытатель Теофраст (372—287 гг. до н. э.),

исходя из практического использования растений, объединял их в такие искусственные группы, как травы, кустарники, деревья. Теофрастом было описано свыше 500 растений. Теофраста часто называют «отцом ботаники».

Позднее попытки классифицировать растения на основе их практического значения для человека были предприняты римским ученым Плинием Старшим, греческим врачом Диоскоридом (I в.) и многими другими. Итальянский ботаник Чезальпино (1519—1603) написал о растениях 15 книг и разработал систематику растений на основании строения плодов и расположения в них семян. Его система в свое время явилась важным этапом в развитии систематики. Французский ботаник Турнефор (1656—1708) в основу своей классификации положил особенности строения цветка.

В естественных системах в отличие от искусственных растения объединяются в систематические группы не по одному какому-либо случайно взятому признаку, а по их комплексу.

Естественную систему растений разработал французский ботаник А. Жюссье, который в 1789 г. опубликовал свой многотомный труд «Роды растений, расположенные в естественные семейства». В этой работе было описано 100 семейств, которые объединяли растения по комплексу сходных признаков. В отличие от предыдущих исследователей А. Жюссье искал и устанавливал не различия между отдельными группами растений, а наоборот, сходство между ними. В системе А. Жюссье все растения располагались так, что каждое семейство заканчивалось такой формой, которая имела признаки, сходные с последующим семейством. Таким образом, семейства в системе А. Жюссье располагались последовательно и выявлялась родственность между ними.

Позднее (в 1813 г.) женевский ботаник Декандоль значительно расширил и пополнил работы А. Жюссье, он описал 194 семейства и объединил их в 2 отдела. Кроме морфологических признаков, Декандоль при разработке естественной классификации учитывал и некоторые анатомические признаки растений.

При разработке филогенетических систем исключительное значение приобретает эволюционное происхождение растений, отражающее родственные взаимоотношения между их отдельными группами. Эти системы более сложные, чем естественные, на базе которых они были созданы. Филогенетические системы более полно разработаны для покрытосеменных растений, поэтому характеристика их приводится в отделе покрытосеменные.

Таксономические, систематические, единицы

В систематике растений, как и в любой другой науке, существует специальная терминология. Разные систематические группы имеют определенную ботаническую номенклатуру, т. е. строго определенное название.

Существует несколько названий таксономических единиц растительного мира. В данном учебнике авторы придерживаются классификации таксономических единиц и их номенклатуры, предложенных «Международным кодексом ботанической номенклатуры», утвержденной XI Международным ботаническим конгрессом *.

В приведенной ниже системе таксономические единицы расположены в строго определенном порядке — от крупных к мелким:

Отдел — Divisio
Класс — Classis
Порядок — Ordo
Семейство — Familia
Колено — Tribus
Род — Genus
Секция — Sectio
Ряд — Series
Вид — Species

Каждая из указанных систематических единиц делится на подгруппы, например подотдел, подкласс, подпорядок и т. д.

Понятие о виде. В системе растений основной (но не низшей) систематической единицей является вид. Обычно классификация дикорастущих растений заканчивается описанием вида. Так, например, в фундаментальном коллективном труде «Флора СССР» описание систематических единиц дикорастущих растений, произрастающих в Советском Союзе, заканчивается, как правило, видом. Но следует иметь в виду, что внутри вида существуют еще и более мелкие внутривидовые систематические единицы, которые далеко недостаточно изучены у дикорастущих растений, но хорошо выражены и описаны в систематике культурных. Любой растительный организм обязательно относится к определенному виду.

Определение вида вызвало немало разногласий среди систематиков. Эти разногласия существуют еще и в настоящее время, и до сих пор отсутствует общепризнанное определение вида.

Акад. В. Л. Комаров дал следующее определение вида: «Вид есть совокупность поколений, происходящих от 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» **. В. Л. Комаров — сторонник монотипного вида, т. е. он рассматривал вид как наиболее мелкую систематическую единицу, однородную по составу, не разложимую на более мелкие систематические единицы. По В. Л. Комарову, вид — это группа особей, которая морфологически тождественна.

Иной точки зрения придерживался акад. Н. И. Вавилов, который считал, что вид имеет очень сложный состав и, следовательно,

---

* Международный ботанический конгресс состоялся в 1969 г. в г. Сиэтл, США; «Международный кодекс ботанической номенклатуры» был опубликован в СССР в 1974 г.

** Комаров В. Л. Учение о виде у растений, М., 1944, с. 244.

состоит из более мелких систематических единиц. По Н. И. Вавилову, «... вид, в нашем понимании, — обособленная сложная подвижная морфо-физиологическая система, связанная в своем генезисе с определенной средой и ареалом»*. Таким образом, вид, по Н. И. Вавилову, является полиморфным, разнообразным по внутривидовому составу, т. е. состоит из мелких наследственно различающихся форм.

Вид представляет собой результат длительной эволюции и обладает определенными, свойственными ему внешними морфологическими и внутренними анатомическими признаками, а также наследственными биолого-физиологическими свойствами. Поэтому каждый вид отличается от другого каким-либо признаком. Часто эти отличительные признаки бывают трудноуловимыми. Основными характерными для каждого вида признаками являются следующие.

1. Наследственность. Вид имеет определенную наследственную основу, обусловливающую его внешнее и внутреннее строение и физиологические функции.

2. Воспроизведение. Виду свойственно самостоятельное воспроизведение с сохранением своих качественных особенностей в потомстве.

3. Географическая определенность. Каждый вид имеет в природе определенное географическое распространение, т. е. определенный ареал.

4. Многообразие форм. Вид состоит из большого разнообразия форм и, следовательно, представляет собой сложную систему.

5. Историчность. Вид — результат длительной эволюции и естественного отбора.

В зависимости от приспособлений к определенным условиям и в процессе борьбы за существование в природе беспрерывно возникают, развиваются, изменяются и даже исчезают виды. По истории возникновения, строению и распространению виды не являются однозначными, равноценными.

Существуют космополитические виды, которые имеют очень широкую область распространения (одуванчик, клевер ползучий, тростник и др.); есть виды, которые дико произрастают только в определенной географической области и не встречаются в других местах, например эвкалипт, который дико растет только в Австралии, или секвойя, растущая в естественных условиях только в Америке. Такие виды называются эндемичными. Существуют реликтовые, т. е. вымирающие, виды, которые в далеком прошлом были широко распространены, а теперь встречаются очень редко, например реликтовое растение Дальнего Востока — женьшень.

Виды могут быть эволюционно старые и эволюционно молодые, так называемые викарирующие, или заменяющие, которые очень сходны по морфологическим признакам, но произрастают в раз-

---

* Вавилов Н. И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Линнеевский вид как система. М. 1967, с. 79.

личных условиях среды (например, ель обыкновенная и ель сибирская, или ель тянь-шаньская).

Виды бывают полиморфные, т. е. очень сложные по внутривидовому составу, когда внутри вида имеется много более мелких систематических единиц (разновидностей, форм), и мономорфные — однообразные по внутривидовому составу.

Под термином диагноз (определение) вида подразумевается краткое научное описание всех признаков, характерных для данного вида. Описание вида делается по определенной схеме. Сначала описываются внешние морфологические признаки, а затем указывают биологические, физиологические и другие особенности.

Внутривидовая систематика. В настоящее время принято считать, что любой вид растений представляет собой сложную популяцию, т. е. каждый вид состоит из более мелких систематических единиц. Согласно Международному кодексу ботанической номенклатуры внутри вида установлены следующие более мелкие внутривидовые систематические единицы:

Вид — species, sp.
Подвид — subspecies, — subsp., ssp.
Группа разновидностей — convarietas, convar.
Разновидность — varietas, var.
Подразновидность — subvarietas, subvar.
Форма — forma, f.

Все перечисленные внутривидовые таксономические, систематические, единицы могут применяться как при классификации дикорастущих, так и культурных растений. Но полнее разработаны и чаще применяются они при классификации культурных растений.

При описании систематических единиц культурных растений часто употребляется тройное наименование. Например — Avena sativa var. mutica — овес посевной разновидность мутика (безостая).

Кроме указанных внутривидовых единиц, употребляются еще 2 таксономические единицы (таксоны), которые применяются при описании только культурных растений.

Сортотип (группа сходных сортов) — concultivarietas, concultivar., ccv.
Сорт — cultivarietas, cultivar., cv.

При внутривидовой классификации нередко употребляют термин биотип — группа особей внутри вида, или разновидности, или формы, сходные по морфологическим признакам, но отличающиеся по биологическим и физическим особенностям (по скороспелости, иммунитету — устойчивости к болезням и др.).

Внутривидовая классификация растений была более детально разработана Н. И. Вавиловым, который назвал ее «дифференциальной систематикой». В настоящее время внутривидовая классификация называется по-разному — биосистематикой, дробной систематикой, микросистематикой и др.

Карл Линней и бинарная (двойная) номенклатура. Огромную роль в развитии ботаники вообще и систематики растений в особенности

сыграли работы по систематике растений шведского естествоиспытателя Карла Линнея (1707—1778). Разработанная им система растительного мира была в свое время положительно воспринята ботаниками и широко использовалась. Год выхода в свет труда «Система природы» (1735) часто считается у ботаников началом научной систематики растений. Идеи этой работы получили развитие в книге К. Линнея «Виды растений» (1753). До К. Линнея искусственные системы строились на отличительных признаках вегетативных органов. К. Линней же свою систему растений построил на признаках цветка. Особенное значение он придавал числу тычинок и их расположению. Все разнообразие растений К. Линней объединил в 24 класса, из них 23 класса — явнобрачные, т. е. цветковые растения, а 24-й класс — тайнобрачные растения, т. е. не имеющие цветков. Растения этого класса соответствуют по современной номенклатуре группам низших и высших споровых растений. Явнобрачные растения К. Линней распределял в классы главным образом по числу тычинок. Так, в 1-й класс вошли растения, имеющие цветки с одной тычинкой, во 2-й — с двумя, в 3-й — с тремя и т. д.

Система Линнея была искусственной, так как построена на ограниченном количестве признаков и без учета родственных отношений растений внутри каждого класса и между классами. Об искусственности этой системы можно судить по следующим примерам. По классификации К. Линнея, все растения, имеющие по 2 тычинки, должны входить во 2-й класс. Следовательно, такие растения, как душистый колосок (злак), сирень и шалфей, цветки которых имеют по 2 тычинки, включались К. Линнеем в один класс, тогда как эти растения ничего общего между собой не имеют, кроме числа тычинок, и резко отличаются один от другого по комплексу признаков. В современной систематике указанные растения относятся к различным систематическим группам.

Система К. Линнея подкупала своей простотой и удобством при практическом использовании. Широкому применению системы К. Линнея способствовала не только ее простота, но также и ряд новшеств, предложенных К. Линнеем в описании и наименовании растений.

До К. Линнея описание растений проводилось многословно и сложно с применением разными авторами различной терминологии. К. Линней ввел определенные ботанические термины. Всего им было дано определение около 1000 ботанических терминов, которые в большинстве своем используются в настоящее время. Описание видов растений предложено проводить строго по определенному плану. В связи с этим описания растений стали четкими и краткими.

К. Линней первым предложил называть все растения на латинском языке. Латинский язык стал международным языком в систематике не только растений, но и животных, а также в медицинской и ветеринарной рецептуре. Признание латинского языка международным в систематике растений объясняется прежде всего тем, что одно и то же растение на местных языках имеет обычно несколько

названий; например, «подснежником» именуются не только разные виды, но и разные роды — галантус (Galanthus), ветреница (Anemone), пролеска (Scilla) и др. Кроме того, нередко одно и то же растение в разных районах даже одной страны имеет различное местное название; например, пшеница в Армении называется цорен, в Грузии — хорбали, в Сванетии — квицеи и т. д.

Введением латинского языка устанавливалось однообразие и избегалась путаница в названии растений при их описании в различных странах. К. Линней дал латинские названия свыше 10 тыс. видам и вновь описал около 1500 видов растений. Большинство видов, описанных К. Линнеем, признается и в настоящее время.

Со времени К. Линнея в ботанике принято в обязательном порядке после латинского названия вида ставить в сокращенном виде фамилию ботаника, который впервые описал данный вид. Обычно фамилия приводится в сокращении, например клевер луговой— Trifolium pratense L. (Linnaeus, Линней), одуванчик лекарственный — Taraxacum officinale Wigg. (Wiggers) и др. По существующим международным правилам в ботанике строго сохраняется приоритет автора, который впервые описал и назвал определенный вид. Изменять или заменять название вида не разрешается. Так, К. Линнеем в 1753 г. пшеница мягкая была впервые описана и названа на латинском языке Triticum aestivum. В 1787 г. латинское название пшеницы мягкой Л. Вильямс (Williams) заменил на Triticum vulgare Will. Это новое латинское название пшеницы быстро привилось не только в СССР, но и в зарубежных странах. Однако Международный комитет номенклатуры растений отменил новое название и восстановил первоначальное —Triticum aestivum L. и тем самым восстановил приоритет К. Линнея. Под этим названием пшеница мягкая известна в настоящее время во всех странах.

В 1969 г. XI Международный ботанический конгресс опубликовал «Международный кодекс ботанической номенклатуры», который представляет собой сводку узаконенных положений в ботанике и которые являются обязательными для специалистов — ботаников — всех стран. В разделе 3 кодекса сказано, что каждое семейство или другая более мелкая систематическая единица (род, вид) «может иметь только одно правильное название; исключение делается для 8 семейств, для которых допускаются альтернативные названия...», т. е. каждое из 8 этих семейств может иметь 2 названия, любое из них является законным. У семейства бобовые есть еще одно исключение: оно имеет на латинском языке 3 равноценных (альтернативных) названия: Leguminosae, Fabaceae, Papylionaceae. Ниже перечислены семейства, которые в порядке исключения могут иметь любое из двух названий:

1. Пальмы — Palmae, или арековые — Arecaceae
2. Злаки — Gramineae, или мятликовые — Poaceae
3. Крестоцветные — Cruciferae, или капустовые — Brassicaceae
4. Бобовые — Leguminosae, Fabaceae, или мотыльковые — Papylionaceae
5. Капленосные — Guttiferae, или клузиевые Clusiaceae

6. Зонтичные — Umbelliferae, или сельдереевые — Apiaceae
7. Губоцветные — Labiatae, или яснотковые — Lamiaceae
8. Сложноцветные — Compositae, или астровые — Asteraceae

В данном учебнике при описании семейств сохранено основное первое название, утвердившееся благодаря длительному употреблению, а второе — допускающееся название указано в скобках.

К. Линней впервые ввел в систематике растений бинарную номенклатуру, т. е. двойное название видов растений. Сущность бинарной номенклатуры заключается в том, что каждый вид растений имеет название, состоящее обязательно из двух слов, например: лютик едкий — Ranunculus acer L., тополь памирский — Populus pamirica Kom., яблоня домашняя — Malus domestica Borkh. и др. Первое слово (лютик, тополь, яблоня) обозначает название рода, а второе (едкий, памирский, домашняя) — видовой эпитет (определение). Только оба слова, вместе взятые, будут обозначать название вида.

По-русски любой вид растений следует называть также двумя словами. Причем, как и на латинском языке, следует сначала называть род, затем видовой эпитет (обозначение); например, нужно говорить — пшеница мягкая, клевер луговой, лук репчатый и т. д.

Каждое растение обязательно относится к определенному виду, а вид — к какому-либо роду. Род объединяет сходные виды. И каждый род, так же как и виды, отличается от другого рода определенными признаками. Родственные роды объединяются в более крупную систематическую единицу (категорию) — в семейство и т. д.

Род растений в отличие от вида обозначается и на латинском и на русском языке одним словом, например клевер — Trifolium, овес — Avena, пшеница — Triticum и т. д. Следовательно, когда растение называется одним словом, без видового эпитета, это означает название рода растения в целом.

В настоящее время бинарная номенклатура является общепризнанной терминологией во всех странах мира.

Современные методы систематики растений

В систематике растений, как и в любой другой науке, существуют определенные методы исследований.

В настоящее время при разработке филогенетических систем растений в ботанике применяют разнообразные методы исследований, позволяющие устанавливать родственные взаимоотношения разных систематических групп растений.

Сравнительно-морфологический метод до настоящего времени является основным широко применяемым при разработке классификаций цветковых растений. На основании сравнительного изучения морфологических отдельных органов и их особенностей ботаники подробно описывают растения и устанавливают родственные взаимоотношения между ними. Этот метод

позволяет устанавливать происхождение и родственные связи отдельных систематических единиц.

Эмбриологический метод позволяет устанавливать родственные связи растений на основании изучения развития зародыша, зародышевого мешка, эндосперма. При помощи этого метода вскрыты особенности строения цветка разных семейств.

Палеоботанический метод дает возможность судить о распространении и развитии определенных групп растений, а следовательно, и о их происхождении на основании изучения вымерших растений. При помощи исследования данным методом получены убедительные доказательства о последовательном развитии растительного мира.

Эколого-географический метод позволяет установить определенную связь в формировании растений с условиями существования. Этот метод связан со сравнительно-морфологическим методом.

Палинологический метод изучает морфологию пыльцы. Пыльца покрытосеменных очень разнообразна по форме и величине, прекрасно сохраняется в различных отложениях земли. Нередко этот метод является лучшим для изучения истории растительного мира. В настоящее время палинологический метод известен под названием «пыльцевого анализа».

Карпологический, или цитологический, метод основан на изучении хромосом. Иногда этот метод называется генетическим.

Используют при классификации растений и другие методы исследований (серологический, биохимический и др.).

Глава VI. КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

Обычно мир живых существ нашей планеты делится на 2 царства: 1) царство животных; 2) царство растений. В последнее время некоторые исследователи, как отечественные, так и зарубежные, предлагают делить органический мир не на 2, а на 4 царства: 1) дробянки; 2) животные; 3) грибы; 4) растения.

Дробянки объединяют простейшие безъядерные организмы — бактерии и сине-зеленые водоросли, так называемую группу — доядерных организмов (Procariota). Остальные 3 царства объединяют группы ядерных организмов (Eucaryota). Однако эти предложения не получили еще общего признания, и не принимаются за основу при классификации растительного мира.

В учебнике органический мир рассматривается в прежнем понимании — царство (мир) растений и царство (мир) животных. При разработке классификаций эти очень крупные группы органического мира делятся в свою очередь на более мелкие систематические единицы, представители которых характеризуются наличием свойствен-

ных им признаков. Обычно растительное царство делится вначале на 2 подцарства: низшие растения и высшие растения.

В настоящее время согласно решениям Международных ботанических конгрессов общепринятой высшей систематической (таксономической) единицей внутри подцарств считается отдел (раньше он именовался типом). Отделы растений разбиваются на более мелкие таксономические единицы, каждая из которых имеет специальное название: подотдел, порядок, класс, подкласс, семейство, род и вид. Классификация растений и номенклатура (название) отдельных систематических единиц подробно разработаны применительно к покрытосеменным (цветковым) растениям:

Подцарство низшие растения

1. Отдел бактерии
2. Отдел сине-зеленые водоросли
3. Отдел разножгутиковые водоросли
4. Отдел диатомовые водоросли
5. Отдел зеленые водоросли
6. Отдел бурые водоросли
7. Отдел красные водоросли
8. Отдел слизевики, или миксомицеты
9. Отдел грибы
10. Отдел лишайники

Подцарство высшие растения

11. Отдел моховидные
12. Отдел псилофитовидные
13. Отдел плауновидные
14. Отдел хвощевидные
15. Отдел папоротниковидные
16. Отдел голосеменные
17. Отдел покрытосеменные

Понятие о низших и высших растениях

Низшие растения (Tallobionta) представляют собой сборную группу самостоятельных отделов, которые отличаются один от другого комплексом признаков, жизненных свойств и происхождением и в то же время характеризуются наличием общих признаков, позволяющих объединить эти отделы в одну категорию — низшие растения.

Характерной особенностью представителей низших растений является отсутствие расчленения их тела на корни, стебли и листья, что свойственно высшим — листостебельным растениям. Тело низших растений, не расчлененное на отдельные органы, называется талломом, или слоевищем, поэтому низшие растения часто называются талломными, или слоевцовыми. Слоевище бывает одноклеточным и многоклеточным, имеет различную величину (от нескольких микрометров до 30 м, как, например, у бурых водорослей). Низшие растения имеют слаборазвитую дифференциацию клеток, сосудистые пучки у них отсутствуют. Женский половой орган — оогоний, как правило, одноклеточный.

По способу питания представители низших растений делятся на 2 резко различающиеся группы: гетеротрофные и автотрофные растения. Одни представители низших растений (большинство бактерий, слизевики и грибы) не содержат хлорофилла и, следовательно, неспособны к фотосинтезу; эти растения питаются за счет готовых органических веществ — гетеротрофно. Остальные предста-

вители отдела низших растений имеют хлорофилл и, следовательно, способны фотосинтезировать, т. е. питаются автотрофно (водоросли и лишайники).

Для большинства представителей низших растений характерно также широкое географическое распространение в самых разнообразных условиях.

Высшие растения (Embryobionta) отличаются от низших сложным строением тела, которое расчленено на стебель, лист и у преобладающего большинства — корень. Характерной особенностью высших растений является также наземный образ жизни. Это обычно сухопутные растения, они развиваются в воздушной среде. В процессе длительной эволюции у высших растений выработалось много различных приспособлений к наземному образу жизни, одновременно с дифференциацией органов усложнилось и анатомическое строение. Поэтому высшие растения называют иначе листостебельными, или кормофитами.

Существует несколько теорий о происхождении высших растений. В настоящее время считается, что высшие растения имели монофилитическое происхождение, т. е. они произошли от одного общего предка. Таким предком высших растений были морские водоросли, но какие, до сих пор точно не установлено. Наиболее вероятно, что высшие растения произошли от вымерших форм бурых водорослей.

Выход растений на сушу осуществлялся постепенно. Первые наземные растения имели еще талломное строение. Постепенно талломные формы усложнялись, приобретали расчленение тела и образовывали листостебельные формы.

«Завоевание» суши было грандиозным событием в жизни растений. Победителями оказались те растения, которые приспособились к новым условиям обитания благодаря развитию специализированных органов: 1) листьев, при помощи которых осуществляется фотосинтез; 2) стеблей, на которых формируются листья и благодаря которым осуществляется связь между листьями и корнями в передвижении питательных веществ; 3) корней, расположенных в почве, в которой они закреплялись и из которой поглощали питательные вещества; 4) репродуктивных органов — семян, у более высокоорганизованных высших растений, а также цветков и плодов (у покрытосеменных).

Наличие водных форм у существующих цветковых растений (ряска, кувшинка и др.). — явление вторичное.

Представители высших растений являются многоклеточными организмами. Они обладают разнообразными специализированными тканями, в том числе хорошо выраженной проводящей системой, механическими и покровными тканями, которые развивались и совершенствовались по мере эволюции высших растений.

Половой процесс усложнился, появились многоклеточные половые органы — архегонии, в которых развиваются яйцеклетка, и антеридии (в них формируются многочисленные сперматозоиды).

Архегоний имеет колбообразную форму, нижняя расширенная часть его называется брюшком, в нем развивается яйцеклетка; верхняя узкая часть называется шейкой. К моменту оплодотворения шейка архегония ослизняется внутри, что способствует проникновению сперматозоида к яйцеклетке. Следовательно, у большинства растений яйцеклетка защищена архегонием. Антеридий — орган овальной формы с отверстием для выхода зрелых сперматозоидов.

В процессе эволюции происходила постепенная редукция половых органов у высших растений, и покрытосеменные как наиболее высокоорганизованные уже не имеют ни антеридиев, ни архегониев.

Постепенно произошли значительные изменения в строении мужских гамет. Подвижные, обладающие жгутиками сперматозоиды, присущие низшим и споровым высшим растениям, заменены у более совершенных высших растений (голосеменных и покрытосеменных) спермиями, которые не имеют жгутиков. Спермии потеряли способность к передвижению в воде. И если у более древних высших растений, таких, как мхи, плауны, хвощи и папоротники, наблюдается еще зависимость полового процесса от водной среды, то для более высокоорганизованных (преобладающее большинство голосеменных и все покрытосеменные) характерна полная независимость полового размножения от капельно-жидкой воды. У этих групп растений мужские гаметы — спермии — передвигаются к яйцеклетке с помощью пыльцевой трубки.

У высших растений хорошо выражена ритмичная смена поколения: полового (гаметофит) и бесполого (спорофит).

Для большинства высших растений характерно при чередовании поколений доминирование спорофита над гематофитом. Только мохообразные представляют исключение, так как у них большего развития достигает гаметофит, а спорофит, наоборот, значительно редуцирован.

Высокоорганизованным высшим растениям свойственно наличие нового органа — семени с зародышем, которое появилось в результате исторического развития.

Первыми наземными растениями считаются вымершие псилофиты, которые имели проводящую систему, покровные ткани и были уже достаточно приспособлены к наземному образу жизни.

Высшие растения представлены огромным разнообразием и занимают на суше господствующее положение. Насчитывается свыше 300 тыс. видов высших растений, наибольшее количество которых относится к отделу покрытосеменные (цветковые).

Все высшие растения по характеру размножения условно делятся на 2 большие группы: высшие споровые и семенные растения. К высшим споровым растениям относятся 5 отделов: 1) моховидные; 2) псилофитовидные; 3) плауновидные; 4) хвощевидные; 5) папоротниковидные.

Характерной отличительной особенностью семенных растений является наличие у них семени, которое отсутствует у ранее рассмотренных растений. Семенные растения размножаются и распро-

страняются преимущественно семенами, в этом и заключается их основное отличие от высших споровых растений, которые размножаются спорами.

С точки зрения эволюционного развития образование семян у растений является прогрессирующим приспособлением в борьбе за существование по сравнению с размножением спорами. Спора представляет собой одну клетку, а семя в отличие от споры — многоклеточное образование. Семя несет зародыш, который имеет в зачаточном состоянии все органы растения: корень, стебель, листья. Кроме того, зародыш обеспечен запасом питательных веществ, которые необходимы ему при прорастании и в первое время существования его проростка. Таким образом, появление семян у растений способствовало расселению их на более сухих местах.

Процесс оплодотворения у семенных растений не связан с водной средой: мужские гаметы (спермии) утеряли подвижность и переносятся к женской гамете (яйцеклетке) пыльцевой трубкой, что явилось большим преимуществом семенных растений в их борьбе за «завоевание» суши. С появлением семян у семенных растений произошло еще большее уменьшение полового поколения (гаметофита), и, наоборот, бесполое поколение (спорофит) получило большее развитие. Спорофит — само растение — у семенных растений достигает часто больших размеров — дерево сосны, дуба и др., тогда как гаметофит представляет собой микроскопически малое образование.

Эта группа растений объединяет 2 отдела высших растений: голосеменные и покрытосеменные, которые значительно отличаются между собой как по морфологическим признакам, так и по физиологическим особенностям.

Отдел бактерии

Общая характеристика. Одной из характерных особенностей бактерий (Bacteriophyta) являются их микроскопически малая величина и древность происхождения. Некоторые бактерии настолько малы, что их невозможно рассмотреть в обычный микроскоп, и обнаруживаются они только при помощи электронного микроскопа. Бактерии являются простейшими одноклеточными организмами, обычно лишенными хлорофилла и пластид. Большинство бактерий не имеют оформленного ядра (т. е. относятся к прокариотным организмам) и размножаются простым делением клетки.

Строение. Величина бактерий измеряется в пределах тысячных долей миллиметра (0,0001...0,005 мм). Каждая клетка бактерии — это целостный организм. Обычно клетка бактерии имеет плотную оболочку — клеточную стенку, выполняющую защитную и опорную функции, а также придает клетке постоянную характерную для нее форму. Основным структурным компонентом стенок бактерий является муреин. Это органическое соединение сложного строения, в состав которого входят аминосахара и 4...5 аминокислот. Клеточ-

ная стенка проницаема: через нее питательные вещества свободно проходят в клетку, а продукты обмена выходят в окружающую сферу.

Клеточная стенка у многих бактерий сверху покрыта слоем слизистого вещества — капсулой. Она не является обязательной частью клетки и образуется в зависимости от условий, в которые попадают бактерии. Капсула служит защитным покровом клетки и участвует в водном обмене. По химическому составу она чаще всего представляет собой полисахариды. Иногда они состоят из гликопротеидов и полипептидов, в редких случаях — из клетчатки.

Цитоплазма обладает чрезвычайно сложной структурой. Внешний слой протопласта бактерий, обладающий особыми химическими и физическими свойствами, называется цитоплазматической мембраной. Она регулирует поступление веществ в клетку и выделение наружу продуктов обмена. Мембрана состоит из липопротеидов.

Между цитоплазматической мембраной и клеточной стенкой имеется связь. Цитоплазматическая мембрана часто образует впячивания внутрь клетки. Эти впячивания формируют в цитоплазме особые структуры — мезосомы. Некоторые мезосомы отделены от цитоплазмы собственной мембраной. Одни из мезосом являются аналогами митохондрий, другие выполняют функции эндоплазматической сети или аппарата Гольджи. Путем впячивания цитоплазматической мембраны образуется фотосинтезирующий аппарат бактерий — стопки тилакоидов. Здесь локализуются пигменты (бактериохлорофилл, каротиноиды) и ферменты (цитохромы).

В цитоплазме содержатся рибосомы, являющиеся центрами синтеза белка. В ней часто имеются разной формы и размеров гранулы, состоящие из крахмала, гликогена и гранулезы. У некоторых бактерий встречаются капельки жира.

Другим типом гранулярных включений является волютин. Бактерии чаще накапливают волютин в необычных условиях питания. Кроме различных структурных компонентов, в цитоплазме имеется жидкая часть — растворимая фракция. В ней содержатся белки, ферменты, пигменты, сахара, аминокислоты.

В центральной части клетки локализовано ядерное вещество — ДНК (нуклеоид). Нуклеоид не обладает мембраной, ядрышком и набором хромосом. Бактериальная ДНК не связана с основными белками и расположена в виде пучка фибрилл.

Многие бактерии имеют жгутики — специальные выросты. По количеству и расположению жгутиков различают следующие формы бактерий: с одним жгутиком на конце, со жгутиками по всей длине клетки, с пучком жгутиков на одном или обоих концах клетки. При помощи жгутиков некоторые бактерии способны в час передвинуться во влажной среде на расстояние, превышающее длину клетки в 2000 раз. На поверхности некоторых бактериальных клеток имеются тонкие ворсинки — фимбрии.

Форма клеток очень разнообразна, но чаще бактерии имеют форму палочек. По форме клетки бактерии имеют и определенное название (палочковидные, шаровидные и др.).

Палочковидные формы: в виде коротких палочек называются бактериями; в виде длинных палочек — бациллами; в виде запятой — вибрионами; закрученные в виде штопора — спирохетами. В большинстве случаев палочковидные бактерии располагаются одиночно, но у некоторых видов они образуют длинные цепочки клеток — это нитчатые бактерии.

Шаровидные формы: в виде отдельных шариков — кокки; шарики, соединенные попарно, — диплококки; шарики, собранные в цепочку, — стрептококки.

Питание. По характеру питания бактерии неоднородны. Большинство бактерий относится к группе гетеротрофных организмов, они питаются готовыми органическими веществами, но существуют и автотрофные бактерии. Гетеротрофные бактерии бывают сапрофитами и паразитами (патогенные). К сапрофитным бактериям относятся такие, которые живут и питаются за счет органических веществ мертвых органов, а бактерии-паразиты, или патогенные (болезнетворные) бактерии, живут на поверхности или внутри живых организмов, за счет которых и питаются. Патогенные бактерии являются возбудителями большинства заразных болезней как у животных, так и у человека (тиф, холера, туберкулез, сибирская язва и др.). Патогенные бактерии вызывают заболевания и у растений, так называемые бактериозы (увядание, пятнистость, гниение стеблей и др.). Существуют бактерии, которые строго приурочены к определенному субстрату.

Некоторые бактерии являются автотрофными организмами: они способны ассимилировать углекислый газ воздуха. Этот процесс у бактерий называется хемосинтезом. При хемосинтезе образование органических веществ из неорганических осуществляется без участия света, а следовательно, не за счет световой энергии, а за счет химической энергии, которая получается при окислении некоторых неорганических веществ. Хемосинтезировать способны серобактерии, железобактерии и др.

Размножение. Бактерии размножаются очень быстро, прямым делением клетки пополам. Образовавшиеся в результате деления дочерние клетки обычно тут же расходятся, быстро достигают размеров материнской клетки и через 25...30 мин снова делятся пополам. Существуют бактерии, у которых процесс деления клеток длится всего 12...15 мин (кишечная палочка), у других (бактерии, вызывающие туберкулез) этот процесс происходит медленно. Если бы на пути размножения бактерий не встречались препятствия, они могли бы в течение 3 сут заполнить все моря и океаны.

Бактерии способны при неблагоприятных для жизни условиях образовывать споры, которые отличаются исключительной стойкостью к неблагоприятным условиям (переносят температуру +150° С и —180° С) и действию многих ядовитых веществ. Внутри

клетки образуется спора; в каждой клетке — только одна. Такая клетка теряет воду, содержимое ее сжимается и покрывается очень плотной оболочкой. Споры способны сохранять жизнеспособность в течение многих лет. Попадая в благоприятные условия, спора начинает расти и затем дает начало новой вегетативной клетке, которая в дальнейшем размножается простым делением, как обычная бактерия.

В настоящее время у некоторых бактерий обнаружен половой процесс. Это открытие имеет большое значение, так как позволяет получать гибриды между отдельными формами (штаммами) бактерий, ценные для практических целей.

Классификация. Микроскопически малые размеры бактерий и своеобразный образ жизни значительно осложняют их изучение и, следовательно, классификацию. Общепризнанной, законченной классификации бактерий пока еще нет. В Советском Союзе чаще придерживаются классификации проф. Н. А. Красильникова. По этой классификации бактерии вместе с близкородственными им микроорганизмами подразделяются на 4 класса.

1. Класс истинные бактерии — Eubacteriae — объединяет бактерии с неветвящимися клетками, прочной оболочкой, палочко- или шарообразной формы, подвижные и неподвижные.

2. Класс актиномицеты — Actinomycetes — объединяет низшие растительные организмы, которые имеют признаки бактерий и простейших грибов. В отличие от класса истинных бактерий представляют собой тонкие нити, которые разрастаются лучеобразно, откуда и название — лучистые грибы. Клетки способны ветвиться и образовывать мицелий. От нитей (мицелия) отходят воздушные веточки со спороносцами, в которых, как у грибов, образуются споры, служащие для размножения. Большинство представителей этого класса сапрофиты, но есть и паразиты.

3. Класс миксобактерии — Myxobacteriae — объединяет представителей с палочковидными и кокковидными без жгутиков клетками, имеющими тонкую эластичную оболочку, которая при движении бактерий изменяет форму клетки.

4. Класс спирохеты — Spirochaetae — объединяет подвижные бактерии спиралевидной формы с эластичными оболочками клеток.

Перечисленные классы делятся на более мелкие систематические группы — порядки, семейства, роды и виды. Изучению бактерий в настоящее время уделяется много внимания. Это учение оформилось в самостоятельную науку — бактериологию.

Происхождение и распространение. По мнению многих ученых, бактерии — наиболее древние организмы Земли. По происхождению они представляют неоднородную группу растений, и установить родственную связь их с представителями других типов растений до сих пор не удалось. Одни бактерии (серные) по своему строению близки к сине-зеленым водорослям и имеют пигменты, но характеризуются наличием жгутиков, которые отсутствуют у сине-зеленых

водорослей; другие — по строению стоят ближе к лучистым грибам. Некоторые бактерии сходны с простейшими одноклеточными животными организмами — протозоа. Таким образом, бактерии, по-видимому, имеют полифилитическое происхождение, т. е. происходят не от одного, а от нескольких различных предков.

В процессе исторического развития бактерии мало изменились. По своему морфологическому строению они мало дифференцированы, и эволюция их шла не по созданию различных форм, а по характеру приспособления к окружающим и изменяющимся условиям среды. По своему происхождению бактерии представляют особую группу (отдел) растений, которая не имеет прямой связи с другими более организованными растениями.

Бактерии встречаются везде и всюду в самых разнообразных условиях среды, их много в воздухе, воде, молоке, почве, а особенно в навозе. Совсем недавно считалось, что бактерии встречаются в атмосфере на высоте до 20 км. Специальными исследованиями советских ученых установлено, что в настоящее время споры бактерий встречаются на высоте до 80 км.

В своем развитии бактерии до сих пор сохранили тесную связь с водной средой. Поэтому лучшего развития они достигают в условиях повышенной влажности. Однако условия, благоприятные для одних бактерий, могут быть непригодны для других. Одни виды их способны жить при очень высокой температуре (55...70° С), в согревающихся кучах навоза, в водах горячих источников; другие, наоборот, нормально развиваются при низких температурах (до —7°С). Обычно при низких температурах (ниже нуля) размножение бактерий прекращается. На этом принципе построено хранение продуктов питания в холодильниках. Приостанавливается развитие бактерий и при высоких температурах (50...120° С). На этом принципе основано хранение продуктов в герметически закупоренных банках (консервы), предварительно подвергнутых воздействию температур (пастеризация). Бактерии приостанавливают рост и размножение и при недостатке влаги. На этом принципе построено хранение продуктов в засушенном виде (овощи, фрукты и др.).

Неодинаково бактерии относятся к кислороду. Одни виды бактерий развиваются только при наличии кислорода; другие, наоборот, нормально развиваются без него. В зависимости от требований к кислороду бактерии делятся на 2 большие группы: аэробные и анаэробные. Аэробные бактерии развиваются только при наличии свободного доступа воздуха (гнилостные бактерии), а анаэробные бактерии нормально развиваются без доступа воздуха (молочнокислые бактерии).

Значение бактерий. В природе бактерии выполняют огромную роль в круговороте веществ, без которого жизнь на Земле невозможна. В почве, водоемах беспрерывно разлагается огромное количество органического вещества. Трупы животных, растительные остатки подвергаются полной минерализации и снова используются расте-

ными растениями для питания. В этом процессе главная роль принадлежит бактериям. Разложение органических веществ бактериями осуществляется в результате процессов брожения и гниения.

Брожение — это сложный процесс разложения углеводистых органических веществ. По характеру промежуточных продуктов распада углеводистых веществ различают несколько типов брожения: молочнокислое, маслянокислое, уксуснокислое и др. Каждый тип брожения осуществляется определенными видами бактерий, что широко используется в различных видах промышленности.

Гниение — это процесс разложения белковых, азотистых органических веществ, который осуществляется разными видами гнилостных бактерий. При отсутствии процесса гниения поверхность суши покрылась бы огромным количеством трупов животных и растений. Следовательно, велика роль бактерий и в гигиеническом отношении. Большое значение бактерии имеют и в круговороте углекислого газа, который необходим для жизни зеленых растений. Благодаря деятельности бактерий и грибов растительные остатки разлагаются с образованием углекислого газа, который снова поступает в атмосферу и поглощается зелеными растениями.

Огромна роль бактерий в почвообразовательных процессах. В результате синтетической деятельности бактерии совместно с другими микроорганизмами создают в почве перегной и тем самым повышают плодородие почвы.

В природе и в практике сельского хозяйства огромное значение приобретают так называемые азотфиксирующие бактерии, которые, поселяясь в почве, способны усваивать азот из воздуха, переводить его в связные соединения, доступные растениям, и обогащать им почву. Не меньшее значение имеют также клубеньковые бактерии, которые вступают в симбиоз (сожительство) с корнями бобовых растений. Клубеньковые бактерии развиваются в корнях бобовых растений, проникают в клетки коровой паренхимы, вызывают разрастание этой ткани, в результате чего образуются вздутия в виде небольших клубеньков. При таком симбиозе бактерии используют для своего питания только углеводы корней растений, а азотистые вещества строят за счет свободного азота воздуха почвы. Часть атмосферного азота усваивается самими бактериями, но значительное его количество используется бобовыми растениями. После отмирания бактерий и бобовых растений в почве остается большое количество связанного бактериями азота, за счет которого и происходит значительное обогащение почвы. В почве находится колоссальное количество бактерий. В зависимости от географического положения и окультуренности почвы в 1 г органического вещества ее содержится от 300 млн. до 2 млрд. бактерий.

Бактерии имеют большое значение в жизни человека, который использует различные бактерии при производстве сыра, кефира, простокваши, квашеной капусты, силоса и т. д. Специфические бактерии образуют этиловый спирт, уксусную кислоту. В последнее

время человек широко использует бактерии для очистки загрязненных сточных вод.

Впервые обратил внимание и изучил роль бактерий как возбудителей заразных болезней французский ученый Луи Пастер.

Вирусы

Общая характеристика. Как не мелки по своим размерам бактерии, в природе существуют еще более мелкие, более примитивные существа — вирусы — virus (т. е. яд).

Вирус был открыт русским бактериологом Д. И. Ивановским, который обнаружил его при изучении мозаичной болезни табака. Он установил, что мозаичная болезнь табака с больного растения может быть перенесена на здоровое с каплей сока. Д. И. Ивановским установлено также, что сок больного растения, пропущенный через бактериальный фильтр, способен вызвать заболевание здорового растения. Следовательно, в соке больного растения находятся мельчайшие частицы, названные вирусами. В конце XIX — начале XX в. были обнаружены вирусы, поражающие бактерии и вызывающие распад их клеток. Эти вирусы были названы бактериофагами (фагами) — «пожирателями бактерий».

До сих пор неясно, является ли вирус живым или неживым. Вирусы занимают как бы промежуточное положение между живой и неживой природой. В науке нет еще точного определения вируса.

В настоящее время некоторые ученые (акад. В. М. Жданов, проф. Т. И. Тихоненко) считают, что вирусы обладают признаками живых организмов — размножением, наследственностью и изменчивостью.

В отличие от живых существ вирус обладает многими только ему свойственными особенностями: 1) имеет чрезвычайно микроскопические размеры; 2) характеризуется своеобразным строением; 3) не может размножаться в обычной среде.

Строение. Вирус не имеет цитоплазмы со всеми ее атрибутами. Он построен чрезвычайно просто. Внутренняя часть его состоит из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК), которая покрыта белковой оболочкой, но структура этих частиц очень сложна.

Вирусы так малы, что не могут быть обнаружены при помощи обычного светового микроскопа при увеличении в 1500 раз. Увидеть вирус можно только при помощи электронного микроскопа при увеличении в 40 тыс. раз. Установлены размеры, форма и даже изучены отдельные детали многих вирусов. По сравнению со средней бактерией размер вируса в 10 000 раз меньше. О том, как малы вирусы можно судить по тому, что в 10 каплях питательной среды помещается 2,5 млрд. вирусов.

Форма вирусов разнообразна (многогранные кристаллы, шарообразная, цилиндрическая и др.).

Фаг, как и любой другой вирус, состоит из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки. Он имеет головку (или капсид) многогранной

формы, от которой отходит хвост (отросток в виде цилиндра), заканчивающийся тонкими нитевидными отростками. Снаружи покрыт чехлом. Между головкой и хвостом имеется муфта, или воротничок (рис. 100). Однако есть фаги, представленные одной головкой, и фаги, имеющие форму палочки.

Размножение. В отличие от простейших организмов вирусы не могут размножаться самостоятельно на неживой среде, они размножаются только в живых клетках других организмов, и, следовательно, вне клеток живого организма вирус существовать не может. Вирус не имеет собственного обмена веществ. Это типичный паразит.

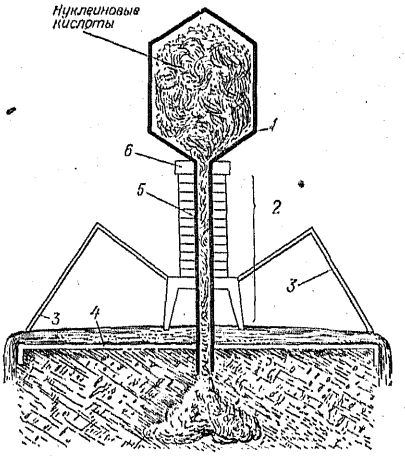


Рис. 100. Схема строения фага:

1 — головка; *2* — хвост (отросток); *3* — нитевидные отростки; *4* — оболочка клетки бактерии; *5* — каналец; *6* — муфта, или воротничок

Вирус, как уже указывалось, не имеет цитоплазмы и всех составных частей ее, лишен «строительного» материала и органов для синтеза своих белков, и следовательно, сам вирус не может строить свои части, эту работу выполняет та живая клетка, в которую проник паразит — вирус. Пораженная вирусом живая клетка любого организма перестает нормально действовать, она вместо собственных белков под влиянием ДНК вируса начинает производить белки вируса, т. е. она способствует размножению вируса. Сначала в зараженной клетке образуются отдельные составные части вируса, которые затем соединяются и образуются вирусы. Вновь сформировавшиеся вирусы выходят наружу через разрушенную оболочку клетки хозяина и снова заражают живые клетки. После чего клетка хозяина, в которой размножились вирусы, гибнет.

Так происходит процесс размножения вирусов, в этом заключается и процесс заражения вирусом живых клеток различных организмов, их заболевание и гибель. Таким образом, воспроизводство вируса полностью зависит от клетки хозяина, которую он заражает.

Процесс образования вирусов проходит с неимоверной быстротой, для этого обычно затрачивается всего несколько минут. Но нередко вирусы, проникшие в живую клетку организма, маскируются, они ничем себя не выдают и могут сохраняться в организме в стадии покоя в течение многих лет и способны передаваться потомству этого организма.

Процесс размножения фага состоит из следующих этапов: 1) адсорбции фаговой частицы на поверхности микробной клетки; 2) проникновения содержимого головки фаговой частицы (нуклеиновой кислоты) в микробную клетку; 3) внутриклеточного развития фага, заканчивающегося образованием новых фаговых частиц; 4) распада клетки и выхода из нее новых фагов.

Классификация. В настоящее время учение о вирусах оформлено в самостоятельную науку — вирусологию, которая развивается с неимоверной быстротой. Немало сделано и в изучении полиморфизма вирусов, установлено, что вирусы представлены большим разнообразием. Они различаются по величине и форме. Изучены в значительной степени их морфология, анатомия, химия и некоторые положения генетики, но общепризнанной классификации вирусов пока еще нет.

Происхождение и распространение. В настоящее время существует несколько совершенно противоположных гипотез о происхождении вирусов. По мнению одних ученых, вирусы являются потомками каких-то очень примитивных доклеточных форм жизни, т. е. вирусы — это древнейшие организмы Земли. Вряд ли с этой гипотезой можно согласиться, так как вирусы могут размножаться только в цитоплазме живого организма, и, следовательно, сначала должен был возникнуть живой организм, а потом уже вирус.

По мнению других, вирусы развивались из клеточных форм в результате утраты цитоплазмы, ядра и приспособления к паразитизму. Согласно третьей точке зрения вирусы являются генами, т. е. молекулой нуклеиновой кислоты. Исследованиями установлено сходство функционирования гена и нуклеиновой кислоты. Некоторые ученые предлагают выделить вирусы в новое — третье «царство невидимок» (помимо существующих двух: царства животных и царства растений). Все эти предположения требуют еще существенных дополнительных исследований.

Вирусы распространены везде и всюду — в воде, почве, воздухе. Они поражают все существующие виды низших и высших растений и животных, а также и человека. Причем один и тот же организм часто поражается одновременно многими вирусами. В то же время среди вирусов установлены узкоспециализированные формы.

Значение вирусов. Как злостные паразиты, поражающие все живые организмы на Земле, вирусы имеют исключительное значение в жизни растений, животных и человека, так как являются возбудителями огромного количества болезней растений (мозаичные болезни табака, томатов, картофеля и др.), животных.

Вирусы как возбудители различных болезней у человека (грипп, бешенство, оспа, корь и др.) вызывают часто эпидемии.

Универсальных мер борьбы с вирусами пока еще нет. Одной из перспективных мер борьбы с ними считается интерференция, т. е. введение в организм особого вещества — интерферона, который более активен, чем все существующие антибиотики.

Некоторые вирусы, в частности бактериофаги, оказывают человеку и огромную помощь при лечении инфекционных (заразных) болезней. Возбудителями этих болезней являются бактерии, которых и уничтожают бактериофаги.

ВОДОРОСЛИ — *ALGAE* *

Общая характеристика

Водоросли представляют собой большую группу низших растений — от микроскопически малых, одноклеточных организмов до многоклеточных гигантов. Термин «водоросли» не является систематической единицей. Под названием «водоросли» объединяется несколько систематических отделов низших растений, имеющих различное происхождение, но характеризующихся сходным образом жизни и автотрофным типом питания. Как показывает название, для водорослей обычно характерен водный образ жизни.

Тело водорослей, как и других низших растений, представляет собой слоевище — таллом, не расчлененное на корень, стебель и лист, и у большинства видов имеет простое анатомическое строение. Водоросли содержат в своих клетках хлорофилл, способны фотосинтезировать, чем резко отличаются от бактерий. Строение клетки, тела, способы размножения различны у отдельных представителей этой группы растительных отделов.

Клетки большинства водорослей имеют целлюлозную оболочку; встречаются клетки, содержимое которых окружено лишь тонкой пограничной мембраной. Клеточные оболочки водорослей разнообразны по строению и химическому составу. Основой оболочки является белково-углеводный комплекс. Оболочке свойственны неоднородность, слоистость. Слои отличаются один от другого по толщине, плотности и химическому составу. Нередко оболочки пропитываются органическими соединениями (лигнином и кутином). В оболочке имеются особые отверстия — поры. Помимо пор, оболочки клеток многих водорослей снабжены различного рода выростами — щетинками, шипиками и чешуйками.

В протопласте клетки различают ядро и цитоплазму. У большинства водорослей в клетке имеется только одно ядро, но иногда их бывает 2, 3 и больше. Клетки сине-зеленых водорослей лишены оформленного ядра. Форма, размеры и местоположение ядра в клетке у разных водорослей сильно варьируют. В ядре у водорослей имеются те же структуры, что и в ядрах других растений: оболочка, ядерный сок, ядрышко, включения хроматина.

Цитоплазма состоит из основного вещества (стромы) и погруженных в него телец (органелл). Отличительной особенностью клеток водорослей является слабое развитие эндоплазматической сети.

---

* Латинское название водорослей — Algae — означает «морская трава», а наука, которая занимается изучением водорослей, называется альгология.

В специфических органеллах — хлоропластах (названных хроматофорами) находятся тельца, богатые белковыми веществами, которые называются пиреноидами. Пиреноид окружен обкладкой в виде кольца или отдельных пластинок обычно крахмальной природы. В хлоропластах содержится зеленый пигмент хлорофилл, существующий в нескольких формах (*a, b, c, d, e*).

Кроме хлорофилла, водоросли содержат и другие пигменты, которые часто своим присутствием маскируют зеленую окраску водорослей. Наиболее характерными и часто встречающимися пигментами водорослей, кроме хлорофилла (зеленый), каротина (желто-оранжевый) и ксантофилла (желтый), являются фикоциан, фикоэритрин и фукоксантин. Пигмент фикоциан, растворимый в воде, окрашивает водоросли в синий цвет (сине-зеленые водоросли); фикоэритрин, тоже растворимый в воде, придает красную окраску (красные водоросли); фукоксантин обусловливает бурую окраску (бурые водоросли).

Обладая пигментами, водоросли придают субстрату, на котором они поселяются, различную окраску. В Антарктиде, например, советскими учеными были открыты 3 озера с различной окраской воды: синей, зеленой и красной. Цвет воды этих озер был обусловлен наличием в них очень мелких водорослей соответствующей окраски. Ледяные берега Гренландии во многих местах с наступлением весеннего потепления окрашиваются в красный (кровяной) цвет, что объясняется массовым размножением водорослей с красной окраской.

Название Красного моря обязано произрастанию в большом количестве в этом море водорослей, имеющих красноватый оттенок.

Различная окраска водорослей имеет приспособительное значение. Дневной свет к водорослям, погруженным глубоко в воду, доходит всегда в измененном составе. Вода сравнительно хорошо пропускает синие и зеленые и сильно поглощает красные и желтые лучи. На больших глубинах задержание зеленых лучей одним хлорофиллом происходит плохо, ему на помощь приходит красный пигмент, который легко поглощает зеленые лучи. Поэтому красные, или багряные, водоросли распространены на большой глубине морей.

По форме и размерам водоросли очень разнообразны. Встречаются микроскопически малые и достигающие огромных размеров (до 50 м и более) одноклеточные и многоклеточные формы. Переходную ступень между ними занимают колониальные водоросли. Колонии состоят из нескольких неплотно соединенных однородных клеток. С увеличением размеров водорослей происходит и некоторая дифференциация их тела. Например, у бурых водорослей, достигающих крупных размеров, таллом сильно расчленен. Такие водоросли прикрепляются к субстрату тонкими бесцветными нитями, которые называются ризоидами.

Существуют одноклеточные водоросли, у которых тело достигает больших размеров 0,5 м и больше. Они имеют большое количество

ядер и хроматофоров. Внешне тело такой водоросли имеет расчленение, но внутри перегородок нет, т. е. является одноклеточной. Примером такой гигантской одноклеточной водоросли может служить морская каулерпа.

Водоросли, как правило, относятся к группе автотрофных организмов, и только некоторые из них являются сапрофитами и паразитами. Поглощение углекислого газа и минеральных солей из воды осуществляется всем слоевищем.

Размножение водорослей может быть вегетативное, бесполое и половое. Вегетативное размножение осуществляется частями тела водорослей. Бесполое размножение происходит за счет образования зооспор, реже спор. Половой процесс у различных типов водорослей представлен: изогамией, гетерогамией, оогамией и автогамией.

У некоторых более высокоорганизованных водорослей (красных, бурых) наблюдается чередование полового и бесполого поколений.

Водоросли характеризуются большим разнообразием. Общее количество их видов свыше 20 тыс. Классификация водорослей очень сложна, и в настоящее время она еще не закончена. Виды объединяются в более крупные систематические единицы — роды, семейства, порядки, классы, отделы (типы).

Все разнообразие водорослей объединяют обычно в 6...10 крупных отделов (типов), представители которых отличаются по строению, способу размножения, происхождению, но чаще всего представители этих отделов различаются между собой по окраске.

В данном учебнике рассмотрено 6 отделов водорослей: синезеленые, разножгутиковые, диатомовые, зеленые, бурые и красные.

Водоросли имеют очень древнее происхождение, в котором много еще неясного. Нет единой точки зрения на родственные отношения между отделами водорослей. Некоторые представители их произошли, по-видимому, от более простых организмов типа жгутиковых, а сами водоросли являются предками некоторых более развитых растений (грибы, мхи).

Представители современного разнообразного мира водорослей имеют различную древность по своему происхождению, они появились в разные геологические эры. Наиболее древними считаются сине-зеленые водоросли.

Эволюция водорослей шла от подвижных форм к неподвижным. Более примитивными и древними группами водорослей считаются те, которые проводят жизнь в подвижном состоянии; более организованным водорослям свойствен неподвижный образ жизни. Путь эволюции водорослей шел от простейших — одноклеточных микроскопически малых форм к многоклеточным сложным формам.

Как уже говорилось, в подавляющем большинстве водоросли живут в водной среде. Одни из них растут в соленой воде океанов и морей, другие — в реках, прудах и пресноводных озерах. Большое влияние на распространение водорослей по глубинам водоемов

оказывает свет, поэтому в поверхностных слоях воды количество водорослей всегда больше. Морские водоросли красные и бурые часто образуют огромные подводные заросли, которые занимают десятки километров. В зависимости от местообитания водоросли делятся на 2 большие группы: бентосные и планктонные *.

Бентосные, или донные, водоросли обитают, прикрепившись ко дну или подводным предметам, и образуют заросли главным образом в прибрежной полосе. Планктонные водоросли живут в воде во взвешенном состоянии, не прикрепляясь ко дну, они могут переноситься движением воды.

Водоросли живут не только в воде, они встречаются на поверхности почвы, в почве, на деревьях, на сваях, но всегда на увлажненных местах. Часто, особенно ранней весной, почвы «зацветают», или «зеленеют», что объясняется развитием колоссального количества микроскопически малых водорослей. «Зацветание» почвы от водорослей происходит в различных районах Советского Союза — в северных, степных и даже пустынных. Разрастаясь в большом количестве, они создают условия для развития бактерий и других микроорганизмов.

Водоросли имеют большое значение в природе и широко используются человеком.

Как автотрофные растения они перерабатывают огромное количество минеральных веществ и углекислого газа в органическую массу. Водоросли создают огромные запасы пищи для животного мира морей, океана и пресноводных водоемов. Так, 1 га зарослей водорослей может дать урожай, равный 100 т сырой или 10 т сухой массы.

Водоросли вырабатывают колоссальное количество кислорода.

Развитие рыбного хозяйства неразрывно связано с водорослями. Поглощая много углекислого газа и выделяя кислород, водоросли очищают водоемы.

В приморских странах (Англия, Франция, Норвегия, Ирландия и др.), особенно в Японии, водоросли широко употребляются в пищу (морская капуста и др.) и на корм скоту (в сыром, сухом и силосованном виде). Некоторые водоросли используют для удобрения полей.

Многие водоросли накапливают большое количество йода и брома. Йода содержится в золе водорослей около 0,2% от сухой массы. Часто водоросли являются основным источником йода. Вываривая красные и бурые водоросли, получают ценное вещество — агар-агар, который употребляется в микробиологии как питательная среда для выращивания микроорганизмов, а также в кондитерской промышленности при изготовлении мармелада и пр.

---

* Бентос — общее название совокупности всех растительных и животных мелких организмов, населяющих дно водоемов. Планктоном называют совокупность мелких растений и животных, проводящих всю жизнь в воде во взвешенном состоянии.

В древние геологические эпохи диатомовые водоросли вместе с кремнеземом образовали осадочную породу — трепел, который употребляется в производстве динамита, кирпича, для полировки предметов и др.

В пресных водоемах водоросли участвуют в образовании сапропеля, или органического ила. Сапропель содержит большое количество органических веществ и часто используется для грязелечения. Сапропель, который содержит большое количество солей кальция, фосфора, железа, может быть использован на корм сельскохозяйственным животным.

Водоросли, особенно морские, могут принести и вред, когда в большом количестве покрывают подводные части корабля. При массовом отмирании водорослей происходит порча воды и, как следствие, гибель рыбы.

Отдел сине-зеленые водоросли

Сине-зеленые водоросли, или цианей (Cyanophyta), являются наиболее примитивными и наиболее древними по происхождению организмами. На основании палеоботанических данных установлено, что современные сине-зеленые водоросли мало чем отличаются от своих ископаемых предков. В большинстве случаев они представлены одноклеточными формами, хотя имеются и многоклеточные формы, собранные в колонии.

Как показывает само название этого отдела водорослей, для них характерна сине-зеленая окраска различных оттенков в зависимости от соотношения пигментов — хлорофилла, каротина, фикоцианина и фикоэритрина.

Оболочка клетки сине-зеленых водорослей состоит из пектиновых веществ и покрыта снаружи слизистым веществом. В их клетках отсутствуют морфологически обособленное ядро и хроматофоры, цитоплазма пропитана пигментами, и поэтому называется хроматоплазмой.

В процессе ассимиляции вместо обычного растительного крахмала образуется углевод гликоген (животный крахмал).

Размножаются сине-зеленые водоросли очень быстро, простым делением клеток пополам. Половой процесс размножения у них отсутствует.

По строению и характеру деления клетки сине-зеленых водорослей сходны с бактериями. Они, так же как и бактерии, не имеют ясно выраженного ядра, жгутиковые стадии развития у них отсутствуют. У некоторых сине-зеленых водорослей (нитчатых) размножение происходит участками, на которые распадаются эти водоросли. Такие участки называются гормогониями. При неблагоприятных условиях из обычных клеток образуются споры, которые покрываются утолщенной оболочкой. Она предохраняет содержимое от неблагоприятных условий, благодаря чему водоросль сохраняет жизнеспособность в течение длительного времени. При наступлении

благоприятных условий споры прорастают и дают начало новой клетке.

Обитают сине-зеленые водоросли преимущественно в пресных водах — прудах, озерах, реках, но встречаются также в морях, на поверхности почвы, на скалах. Сине-зеленые водоросли могут жить как при низких температурах на снегу и льду, так и при высоких температурах (до 80 °С) в горячих ключах. После отмирания клеток масса водорослей в виде хлопьев грязно-зеленоватого цвета всплывает на поверхность воды.

Древнее происхождение, недифференцированное строение клеток, отсутствие оформленного ядра и полового процесса, размножение простым делением клетки, способность образовывать споры — все эти особенности указывают на примитивность сине-зеленых водорослей. По своему упрощенному строению они значительно отличаются от других водорослей и ближе всего стоят к бактериям.

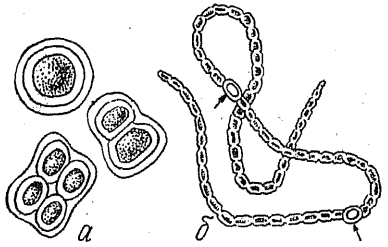


Рис. 101. Сине-зеленые водоросли:
а — хроококки; *б* — нить ностока с гетероцистами (указаны стрелками)

Сине-зеленые водоросли отличаются хорошей приспособляемостью к различным условиям окружающей среды, что и способствовало сохранению их до наших дней без особых изменений.

Отдел сине-зеленые водоросли объединяет около 1400 видов. Представителями этого отдела могут служить такие водоросли, как хроококк, осциллатория, носток и др.

Хроококк (Chroococcus) — одноклеточная водоросль шаровидной формы, иногда эти водоросли образуют как бы колонии. Часто такие водоросли собраны в группы по 2...4, разделенные тонкой перегородкой и окруженные общим довольно толстым слизистым слоем (рис. 101).

Хроококк широко распространен на болотах среди водных растений, между кочками и среди тины.

Осциллатория (Oscillatoria) — нитчатая сине-зеленая водоросль, распространенная в водоемах со стоячей водой, часто образует темно-зеленую пленку на поверхности воды или на илистом дне. Клетки этой водоросли имеют цилиндрическую форму, плотно соединены в одну нить.

Носток (Nostoc) — нитчатая сине-зеленая водоросль, нити или цепочки ее соединены в колонии, часто шаровидной формы, размером с плод сливы. Снаружи эти колонии покрыты студенистой массой. Обитает носток по берегам прудов и озер, на влажной почве и на дне водоемов.

Некоторые сине-зеленые водоросли вместе с грибами образуют различные виды лишайников.

Отдел разножгутиковые водоросли

Разножгутиковые (Heterocontae), или желто-зеленые (Xanthophyta), водоросли характеризуются тем, что их зооспоры имеют 2 неравных жгутика, причем короткий жгутик гладкий, а длинный — перистый. Хроматофоры желто-зеленого цвета, дисковидной формы. Одноклеточные, колониальные, нитчатые и неклеточные организмы. Примером может служить ботридиум.

Ботридиум (Botrydium) — наиболее характерный представитель разножгутиковых водорослей. Таллом представляет собой зеленый пузырек 1...2 мм в диаметре, с нижней стороны пузырька расположены бесцветные ветвистые выросты — ризоиды, которыми водоросль внедряется в почву. Это одноклеточная многоядерная водоросль. Середина пузырька заполнена клеточным соком, цитоплазма расположена постенно. Хроматофоры содержат много каротиноидов, поэтому ботридиум имеет желтовато-зеленый цвет. Пиреноиды отсутствуют.

Размножается главным образом зооспорами, которые образуются в колоссальном количестве в середине пузырька. Обитает на сырой земле, по краям луж, образует на почве налеты темно-зеленого цвета.

Отдел диатомовые водоросли

Диатомовые, диатомеи (Diatomeae), или кремнеземные (Kieselalgae), или бацилляриевые (Bacillariophyta), водоросли — чрезвычайно разнообразные, микроскопически малые, в большинстве случаев одноклеточные организмы. Этот отдел водорослей характеризуется своеобразным строением клеток. Клетка покрыта сплошной оболочкой в виде пектиновой, студнеобразной пленки, снаружи она охвачена кремнистым панцирем, который состоит из двух самостоятельных половинок, так называемых створок. Одна из этих створок покрывает другую, как крышка коробочку. Вдоль половинок панциря с обеих сторон имеется щелевидное отверстие. Через это отверстие цитоплазма клетки сообщается с внешней средой. Створки обладают исключительной прочностью. Они не перевариваются животными и птицами, не разрушаются даже при накаливании на огне. Существует свыше 5000 видов. Отличительными видовыми признаками служат форма клеток и различные утолщения на оболочках в виде рубчиков, сеток и пр.

Форма клеток отдельных видов диатомовых водорослей бывает удлиненно-квадратная, эллиптическая, круглая, звездчатая, в виде лент, спиралей и др. Клетки содержат цитоплазму, ядро и один или несколько хроматофоров. Кроме хлорофилла и фукоксантина, хроматофоры содержат и другие пигменты желто-бурого цвета, поэтому хроматофоры имеют желтый цвет. Крахмал в клетках диатомовых водорослей отсутствует, запасные вещества представлены маслом.

Размножаются главным образом прямым делением, которое проходит у них своеобразно. При делении каждая дочерняя клетка получает ядро, один хроматофор и только одну из створок оболочки, вторая створка образуется заново. Кроме прямого деления, диатомовые водоросли размножаются половым путем, когда сливаются две клетки, предварительно сбросившие оболочки.

Обитают диатомовые водоросли в морских и пресных водах, часто они являются основной составной частью планктона и служат ценной пищей для животных. Створки отмерших клеток водорослей опускаются на дно и постепенно образуют огромные отложения, известные под названием горная мука, диатомит, трепел.

Большие отложения диатомовых водорослей в виде диатомового ила сосредоточены в приполярных областях океанов, около Аляски, Алеутских островов, в Охотском и Беринговом морях. Имеются они и в Балтийском море.

К диатомовым относятся пресноводная водоросль пиннулярия (Pinnularia), фрагилярия (Fragilaria) и табеллярия (Tabellaria); эти водоросли образуют колонии в виде лент или цепочек; навикула (Navicula) растет кустовидной колонией.

Отдел зеленые водоросли

Зеленые водоросли (Chlorophyta) являются одним из наиболее разнообразных отделов водорослей, он объединяет около 5000 видов. Для представителей этого отдела характерна зеленая окраска, которая обусловливается хлорофиллом и не маскируется какими-либо другими пигментами. Зеленые водоросли представлены одноклеточными, многоклеточными, колониальными формами. Зеленые водоросли имеют чаще всего нитчатое строение, нити состоят из одного ряда клеток. Клетка имеет целлюлозную оболочку, цитоплазму, ядро и хроматофоры. Размножение происходит бесполым, вегетативным и половым путем.

Большинство представителей зеленых водорослей обитает в воде, но некоторые из них живут и на суше, на деревьях, на камнях в сырых, затененных местах. В прудах и реках образуют тину.

Отдел зеленые водоросли делится на несколько классов, из которых рассмотрим равножгутиковые, или собственно зеленые, водоросли (Euchlorophyceae), сцеплянки, или конъюгаты (Conjugatophyceae), и харовые, или лучицы (Charophyceae).

Класс равножгутиковые (Euchlorophyceae). Среди зеленых водорослей этот класс наиболее обширный. Представители разнообразны по внешнему виду и внутреннему строению. Для них характерно наличие двух одинаковых жгутиков. Этот класс объединяет одноклеточные и колониальные, подвижные и неподвижные формы. Класс разделяют на 8 порядков. Рассмотрим представителей 4 порядков.

Порядок вольвоксовые (Volvocales). Наиболее характерными представителями порядка вольвоксовые являются хламидомонада и вольвокс.

Хламидомонада (Chlamydomonae) — одноклеточная, подвижная водоросль (рис. 102). В большом количестве обитает в пресных мелководных водоемах — лужах, прудах, канавах вдоль дорог. При обильном размножении окрашивает воду в зеленый цвет. Представляет собой микроскопически малую клетку овальной или округлой формы. На одном (переднем) конце клетка вытянута в виде носика, на этом же конце имеются 2 равных жгутика, которые способствуют передвижению водоросли. Вся полость клетки заполнена цитоплазмой, в которой находится ядро, ближе к носику

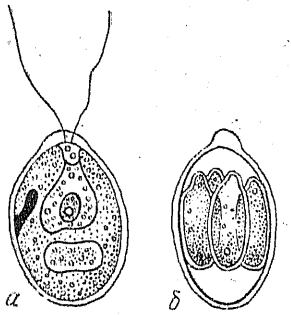


Рис. 102. Хламидомонада:
а — вегетативная подвижная особь; *б* — размножение (внутри материнской оболочки — 4 новые клетки)

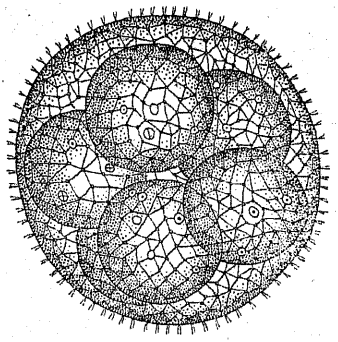


Рис. 103. Вольвокс с дочерними шарами внутри

клетки расположены 2 пульсирующие вакуоли, а за ними глазок — тельце красного цвета. Хроматофоры имеют обычно чашевидную форму и один пиреноид — тягучее желтое тельце, богатое белковыми веществами. Вокруг пиреноида располагаются мелкие крахмальные зерна. Хламидомонада способна не только фотосинтезировать, но и усваивать органические вещества, растворенные в воде; ей свойственно смешанное питание.

Пульсирующие вакуоли и глазок способствуют передвижению хламидомонады в сторону наиболее благоприятных условий, а поэтому хламидомонада обычно сосредоточена в верхних, лучше освещенных слоях водоемов.

Размножается преимущественно бесполым и половым, реже вегетативным способом. Бесполое размножение осуществляется обычно ночью, хламидомонада теряет жгутики, ядро ее кариокинетически делится, и затем образуется 2, 4 и 8 зооспор. У каждой зооспоры образуются по 2 жгутика и оболочка, после этого общая оболочка разрывается и клетки выплывают наружу. У различных видов хламидомонады половое размножение протекает по типу изогамии гетерогамии или оогамии.

Вольвокс, или волчок (Volvox), является характерным примером колониальных форм микроскопических водорослей. Колония этой водоросли заметна невооруженным глазом, она достигает величины булавочной головки и имеет форму шара (рис. 103). Такая шарообразная колония вольвокса состоит из огромного количества клеток (до 50 тыс.), расположенных в один слой по периферии шара. Каждая клетка несет по 2 жгутика. Все жгутики расположены по периферии и способствуют передвижению всей колонии. Движение жгутиков всех клеток всегда согласованно. Полость шара заполнена жидкой слизью. Размножается вольвокс вегетативным и половым путем. При вегетативном размножении внутри материнской колонии (шара) образуется 8...15 дочерних колоний (шаров). При созревании дочерних колоний стенки взрослого шара разрываются и молодые колонии выходят наружу, после чего материнская колония погибает.

Половое размножение — оогамия — происходит только в наиболее крупных клетках. При этом в клетках колонии вольвокса образуются голые двухжгутиковые гаметы, сливаются лишь гаметы из разных особей водоросли.

Существует много видов вольвоксов. Все они распространены главным образом в непроточных хорошо прогреваемых пресноводных водоемах со стоячей водой — прудах, озерах, реже в реках.

Порядок протококковые (Protococcus). К порядку протококковые относятся одноклеточные и колониальные формы водорослей, которые не имеют нитчатого строения и в вегетативном состоянии неподвижны. Простейшие протококковые по строению клетки весьма сходны с вольвоксовыми, они большей частью шаровидные.

Хлорелла (Chlorella) — микроскопическая одноклеточная водоросль шаровидной формы. Для хлореллы характерны быстрое размножение и очень активный процесс фотосинтеза. Благодаря наличию большого количества пластид хлорелла отличается эффективным использованием солнечной энергии, обычные культурные растения потребляют всего 0,1% солнечной энергии при биохимических превращениях, а хлорелла — 2,5%, т. е. в 25 раз больше. Другое положительное качество хлореллы — очень быстрое размножение.

Благодаря интенсивной фотосинтезирующей способности она может образовывать в сутки до 200 кг зеленой массы на 1 га, т. е. в 2 раза больше, чем кукуруза. Хлорелла содержит высокий процент белков (до 50), жиров (22), углеводов (10). По содержанию белка и жира она не уступает сое, семена которой считаются высокобелковыми. В ее массе содержатся витамины А, В, С, причем витамина С в 2 раза больше, чем в соке лимона. Суточная потребность человека в витаминах может быть удовлетворена 100 г сухой хлореллы. Размножается хлорелла автоспорами, которых образуется в материнской клетке до 10. При созревании автоспоры выходят наружу через разрыв оболочки материнской клетки. Каждая

клетка хлореллы способна в течение суток образовывать 4...10 дочерних клеток (рис. 104).

В настоящее время хлореллу искусственно размножают в специальных бассейнах и употребляют в пищу в качестве приправы к другим продуктам. Хлорелла заслуживает внимания как очиститель сточных вод. Она используется в длительных полетах космонавтов как источник пищи и кислорода.

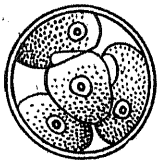


Рис. 104. Хлорелла в момент деления

Живет хлорелла в морях, пресных водоемах. Мелкие зеленые клетки ее при быстром размножении образуют зеленые налеты на почве, коре деревьев, на подводных предметах.

Порядок улотриксовые (Ulotrichales). В вегетативном состоянии все водоросли этого порядка неподвижны. Из порядка улотриксовых рассмотрим нитчатые и ветвистые водоросли: улотрикс и кладофору.

Улотрикс (Ulothrix) — нитчатая неветвящаяся водоросль, состоящая из одного ряда клеток. Нижняя бесцветная клетка нити (ризоидальная клетка) имеет своеобразную удлиненную форму. Этой клеткой водоросль прикрепляется к подводным предметам.

Нить улотрикса удлиняется за счет поперечного деления клеток и может неограниченно нарастать в длину. Клетки однородные, короткие, каждая из них содержит цитоплазму, ядро, хроматофоры с пиреноидами. Размножается улотрикс главным образом бесполым путем, образуя 4-жгутиковые зооспоры. Эти зооспоры некоторое время двигаются, а затем оседают на какой-либо подводный предмет и прорастают в новую нить (рис. 105). Половой процесс — изогамия. Причем мужские и женские гаметы внешне не различимы, но физиологически они разные и выходят из разных нитей, поэтому разные гаметы обозначаются знаком + и знаком —.

Улотрикс обитает в пресных водоемах, где им обрастают подводные предметы (камни, сваи), которые приобретают ярко-зеленый цвет.

Кладофора (Cladophora) * — нитчатая зеленая водоросль. Слоевище состоит из ветвящихся нитей, образованных одним рядом многоядерных клеток, отдельные растения имеют вид подводных кустиков (рис. 106). Клетки крупные, многоядерные, с толстой, слоистой оболочкой. Встречается в пресных и соленых водах. Молодой таллом кладофоры прикрепляется к какому-либо субстрату, а затем отрывается и, развиваясь, образует тину характерного грязно-зеленого цвета, жесткую на ощупь. Размножается кладофора чаще бесполым путем — зооспорами, которые образуются в зооспорангиях. Половой процесс — изогамия.

У кладофоры наблюдается смена бесполого и полового поколений, причем гаметофит (половое поколение) внешне сходен со спорофитом (бесполое поколение), но они различны в цитологическом

* Некоторые авторы выделяют эту водоросль в самостоятельный порядок.

и физиологическом отношениях. Гаметы развиваются в гаметангиях гаметофита; в воде они копулируют, сбрасывают жгутики и образуют неподвижную зиготу, которая через некоторое время прорастает в диплоидную нить водоросли (спорофит). На спорофите в зооспорангиях образуются зооспоры, чему предшествует редукционное деление. Зооспоры некоторое время плавают в воде, затем теряют жгутики и прорастают в новую гаплоидную нить водоросли — гаметофит, или половóе поколение.

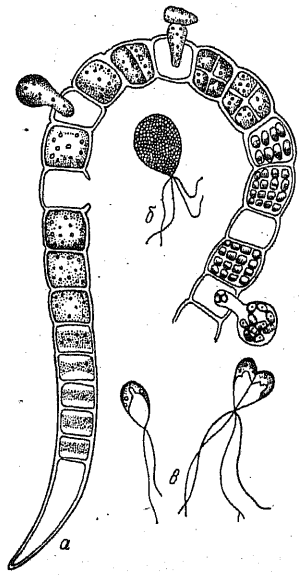


Рис. 105. Улотрикс:
а — нить с зооспорами и гаметами; *б* — зооспора; *в* — гаметы и их копуляция

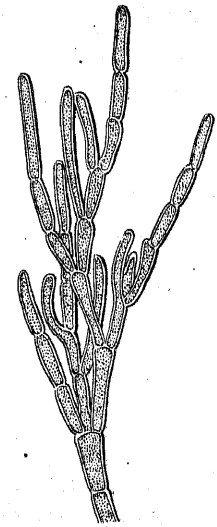


Рис. 106. Кладофора

Порядок сифоновые (Siphonales). Для представителей порядка сифоновые характерно отсутствие расчленения таллома на клетки. Слоевище каждой особи представляет собой одну гигантскую клетку с большим количеством ядер и мелких хроматофоров. Чаще водоросли этого порядка имеют вид сифона (трубки), слоевище нередко сильно расчленено, но клеточных перегородок не имеет. Характерным представителем является каулерпа.

Каулерпа (Caulerpa) — одноклеточная многоядерная зеленая водоросль, некоторые ее особи достигают 0,5 и даже 1 м длины. Растет одним концом, снизу имеет разветвленные ризоиды, которыми прикрепляется ко дну водоема. Таллом внешне сильно расчленен. Дифференциация таллома у каулерпы выражена настолько сильно, что внешне отдельные части его напоминают органы высших растений. Имеет как бы «стебли», «листья», снизу ризоиды. Прочность водоросли обусловливается толстой оболочкой, а кроме того, для

механической устойчивости у нее имеются особые перекладины — распорки в виде балок. Эти распорки расположены внутри клетки и тянутся от одной стенки таллома к другой. Однако внутренние балки не перегораживают водоросль на отдельные клетки и сами не имеют перегородок, получается одна многоядерная гигантская клетка. Размножается каулерпа половым (изогамия), реже бесполым (зооспорами) способом.

Имеется несколько видов каулерпы, почти все они обитают в тропических морях.

Класс харовые водоросли, или лучицы (Charophyceae). Представители класса — наиболее организованная группа зеленых водорослей. В отличие от других зеленых водорослей они имеют многоклеточные половые органы и сильно расчлененное тело, напоминающее высшее растение.

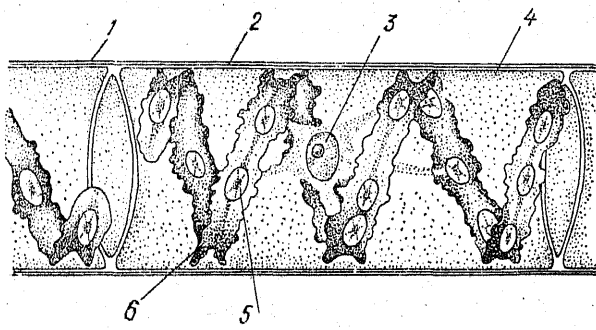


Рис. 107. Спирогира:

1 — слизистый покров; *2* — клеточная оболочка; *3* — ядро; *4* — густая цитоплазма; *5* — пиренонд; *6* — хроматофоры

Характерным представителем класса является водоросль хара (Chara). Тело ее в значительной степени расчленено на междоузлия и узлы, от которых отходят мутовки ответвлений, достигающие 0,5 м длины.

Расчлененные части тела напоминают внешне корни, стебли и листья высших растений, но по анатомическому строению и физиологическим особенностям не имеют ничего общего с ними. Молодые клетки одноядерные, взрослые — многоядерные, покрытые толстыми оболочками. Размножается хара вегетативно при помощи клубеньков, которые образуются на нижней части тела или на ризоидах. Половой процесс — оогамия. Распространены харовые водоросли в пресных водах, в озерах с прозрачной водой.

Класс сцеплянки, или конъюгаты (Conjugatophyceae). Этот класс объединяет одноклеточные и многоклеточные водоросли, для которых характерно наличие особого полового процесса — конъюгации — и отсутствие зооспор. Представителем класса является спирогира.

Спирогира (Spirogyra) — это зеленая нитчатая водоросль. Клетки ее имеют цилиндрическую форму, хроматофор крупный, лентообразный, расположенный в виде спирали, в нем хорошо заметны в микроскоп пиреноиды и крахмальные зерна. Обычно в центре клетки расположено крупное ядро (рис. 107). Клеточная оболочка снаружи покрыта слизистой массой. Чаще всего спирогира размножается половым способом — конъюгацией. Клетки двух разных нитей водоросли, расположенные одна против другой, образуют выросты, которые постепенно увеличиваются и, наконец, соприкасаются, после чего оболочки выростов растворяются и содержимое одной клетки переливается в другую. Образовавшаяся зигота покрывается толстой оболочкой. В дальнейшем зигота дает начало новой особи спирогиры.

Спирогира способна размножаться вегетативно, частями своих нитей. Существует свыше 100 видов. Она широко распространена в пресноводных водоемах, где часто образует зеленую слизистую тину, которая лежит на дне водоема и только в солнечный день поднимается на поверхность воды.

Отдел бурые водоросли

Для представителей отдела бурые водоросли (Phaeophyta) характерна бурая окраска, обусловленная присутствием в хроматофорах коричневого пигмента — фукоксантина. Наличие фукоксантина маскирует зеленый цвет и придает этим водорослям бурую окраску различных оттенков. Кроме фукоксантина, они содержат ксантофилл и каротин. Отдел бурых водорослей объединяет свыше 900 видов.

Бурые водоросли отличаются обычно крупным многоклеточным талломом. Самые крупные представители водорослей встречаются именно среди бурых водорослей. Некоторые из них, например макроцистис, достигают 60 м длины, но имеются и мелкие формы величиной в несколько миллиметров.

Вместо крахмала в клетках бурых водорослей имеются глюкоза и сахаристые вещества — манит и ламинарин, которые придают этим водорослям в вареном виде сладковатый вкус. В качестве запасного вещества они часто откладывают масла.

Таллом бурых водорослей многолетний, но листообразные пластинки отмирают ежегодно, а ранней весной нарастают вновь.

Сложное внешнее строение бурых водорослей обусловливает у них и дифференциацию в анатомическом строении (они имеют различной формы клетки). Некоторые ученые считают, что у этих водорослей имеются даже разные ткани.

Размножаются бурые водоросли различными способами. Некоторые из них размножаются примитивным половым путем — изогамией, когда сливаются 2 одинаковые по форме гаметы. У других, более развитых водорослей (ламинария) наблюдается более сложный половой процесс — оогамия, при котором крупная яйцеклетка

сливается с мелкой подвижной мужской гаметой — сперматозоидом.

Бесполое размножение у бурых водорослей осуществляется зооспорами, которые образуются в большом количестве в зооспорангиях. У бурых водорослей довольно четко выражено чередование поколений: бесполого и полового. На листовидных пластинках у этих водорослей образуются одноклеточные зооспорангии, собранные в группы, среди которых располагаются бесплодные нити — парафизы. В каждом зооспорангии образуется 16...64 и более зооспор. Зооспоры внешне одинаковы, а физиологически разные. Одни из них прорастают и образуют микроскопически малые женские, а другие — мужские гаметофиты. На мужских гаметофитах в дальнейшем образуются антеридии и в них по одному сперматозоиду, а на женских гаметофитах формируются оогонии, несущие по одной яйцеклетке. После слияния сперматозоида с яйцеклеткой образуется зигота, из которой развивается бесполое поколение — спорофит.

Бурые водоросли являются морскими обитателями, многие из них чаще встречаются в северных морях, нередко они образуют в морях и океанах огромные заросли. В северной части Атлантического океана, в Саргассовом море, в огромном количестве встречается род бурых водорослей — саргассум. Эти водоросли чаще всего находятся в плавающем состоянии благодаря наличию у них особых пузырей, наполненных воздухом.

Бурые водоросли считаются древней группой растений, у них обнаруживается более высокая степень дифференциации не только внешней, но и внутренней части таллома. Внешне они сходны с высшими растениями, поэтому некоторые ботаники считают, что эти водоросли, возможно, дали начало высшим растениям.

Отдел бурые водоросли состоит из 4 порядков. Рассмотрим представителей двух порядков: ламинариевые и фукусовые.

Порядок ламинариевые (Laminariales). Это очень крупные водоросли, достигающие иногда 60 м и больше. Таллом их сильно рассечен и, кроме того, имеет хорошо развитые разветвленные ризоиды, которыми водоросли прочно прикрепляются ко дну моря. Обитают ламинариевые в прибрежной полосе морей на глубине 5...10 м и часто образуют огромные заросли подводных «лесов».

К ламинариевым относятся род ламинария (включает 30 видов), род лессония (насчитывает 5 видов) и род макроцистис. Эти водоросли — многолетние растения, отличающиеся одно от другого строением таллома.

Из рода ламинария наибольшее промысловое значение имеют ламинария сахаристая, ламинария пальчаторассеченная, ламинария северная, ламинария японская и ламинария узкая.

Ламинария сахаристая (Laminaria saccharina) имеет пластинчатый таллом с темной продольной полосой (рис. 108), иногда с двумя продольными рядами вмятин и выпуклостей. Слое-

вище прикрепляется к субстрату ризоидами. Максимальная длина слоевища достигает 7 м.

У ламинарии пальчаторассеченной (L. digitata) слоевище вверху расчленено на «листовую» пальчаторассеченную пластинку и «стебель» цилиндрической формы. «Листовая» часть ламинарии ежегодно отмирает и заменяется новой пластинкой, образующейся у основания стебля, который не отмирает.



Рис. 108. Бурые водоросли:
а — лессония; *б* — ламинария сахаристая; *в* — макроцистис; *г* — фукус

Из рода лессония один вид — лессония ламинариевидная (Lessonia laminariaeoides) встречается в северной половине Охотского моря. Слоевище ее достигает в длину 1...2 м; ствол разветвленный, на концах ветвей по одной пластине; спорангии образуются на поверхности пластин.

Род макроцистис (Macrocystis) имеет многократно разветвленный ствол. Первые 2...3 ветвления снизу дихотомические, остальные — односторонние.

Лессония и макроцистис произрастают вдоль побережья Тихого океана.

Порядок фукусовые (Fucales). Характерным представителем этого порядка является фукус.

Фукус (Fucus) в отличие от ламинариевых водорослей обладает верхушечным ростом таллома. Таллом бурого цвета, многолетний, крупный (в среднем 1 м), по форме плоский, дихотомически

разветвленный. На талломе образуются шарообразные вздутия, наполненные воздухом, что обеспечивает лучшую плавучесть водоросли. Вместо ризоидов фукус имеет расширенное основание, которым и прикрепляется плотно к подводным камням. Половой процесс — оогамия. Половые органы развиваются на концах лопастей в особых углублениях. Женские половые клетки крупные, сперматозоиды очень мелкие. Бесполое размножение отсутствует.

Фукусовые водоросли распространены в северных и восточных морях.

Отдел красные водоросли

Отдел красные водоросли, или багрянки (Rhodophyta), насчитывает более 600 родов и около 4000 видов. От других водорослей отличаются красной окраской, которая обусловливается наличием у них, кроме хлорофилла, еще двух пигментов — фикоэритрина (красного цвета) и фикоциана (сине-зеленого цвета). От соотношения этих пигментов зависит окраска водорослей (изменяется от красной до почти черной).

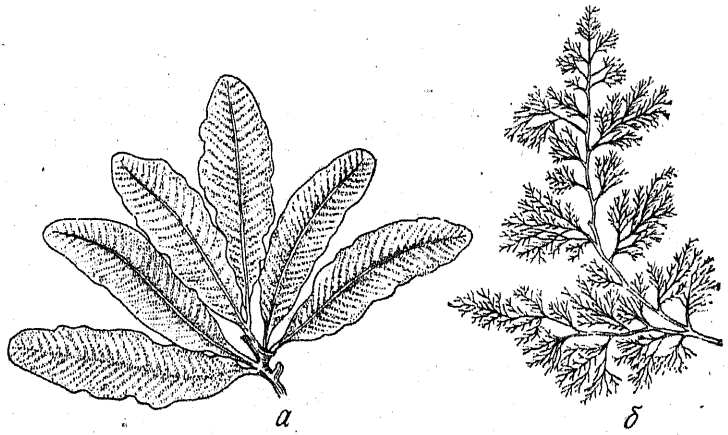


Рис. 109. Красные водоросли:
а — делессерия; *б* — полисифония

Представители отдела в подавляющем большинстве многоклеточные организмы сложного строения, и только наиболее примитивные имеют одноклеточное или колониальное слоевище. Чаще слоевище имеет форму кустиков, пластинок, у некоторых оно очень сильно расчленено.

Красные водоросли обитают в морях на бóльших глубинах, чем зеленые и бурые. Это объясняется тем, что красный пигмент способствует улавливанию на больших глубинах зеленых и синих лучей спектра и тем самым улучшает процесс фотосинтеза. В красных водорослях откладывается не обычный крахмал, а так называемый

багрянковый, свойственный только этим водорослям. В отличие от обычного крахмала он йодом окрашивается не в синий, а в красно-бурый цвет.

У красных водорослей отсутствуют зооспоры и сперматозоиды. Бесполое размножение у них происходит при помощи неподвижных спор. Половое размножение — оогамия, но вместо сперматозоидов образуются мужские клетки — спермации, они переносятся к яйцеклеткам водой. Яйцеклетки образуются в специальных органах — карпогонах.

К красным водорослям относятся делессерия (Delesseria) с талломом в виде кустика; полисифония (Polysifonia), у которой таллом имеет вид ветвящейся нити (рис. 109).

Отдел слизевики

Слизевики, или миксомицеты (Myxomycota), — небольшой отдел низших растений. Он объединяет около 400 видов. Это бесхлорофилльные примитивные организмы, им свойствен гетеротрофный способ питания — они сапрофиты, редко паразиты. По своему образу жизни, распространению, способу питания, по внешнему виду спороношения они отчасти сходны с грибами, но по своему происхождению не имеют прямых связей с ними. Особенно отличаются слизевики от грибов строением своего вегетативного тела, представляющего собой плазмодий, т. е. слизистую многоядерную голую массу цитоплазмы, обладающую амебоидным способом движения, что сближает слизевики с представителями мира животных. Поэтому миксомицеты иногда называют Mycetozoa. Они стоят на границе между растительным и животным миром.

Плазмодий образуется в результате слияния голых амебообразных клеток слизевика и у некоторых видов слизевиков достигает размеров ладони человека. Он обычно окрашен в ярко-желтый цвет и обладает способностью очень медленно амебообразно передвигаться (0,1 мм/мин). При передвижении плазмодий стремится скрыться от света и направиться к источнику влаги. Встречаются слизевики обычно в тенистых лесах, на гнилых растениях, между корой и древесиной, в трещинах пней, под опавшими листьями. Размножаются спорами.

Положение слизевиков в филогенетической системе неясно, по-видимому, они произошли от каких-то жгутиковых. Из этого отдела рассмотрим плазмодиофору.

Плазмодиофора (Plasmodiophora brassicae Wor.) — слизевик-паразит, вызывает заболевание, известное под названием кила капусты. Поражает капусту, репу, редьку и другие растения из семейства крестоцветные.

Болезнь выражается в появлении на пораженных растениях вздутий величиной от горошины до кулака, разнообразной формы (рис. 110). Вздутия образуются в результате разрастания клеток корня, которые заполнены плазмодием паразита. Плазмодий пи-

тается за счет хозяина, разрастается, что ведет к гибели пораженного растения. Разросшиеся вздутия загнивают, превращаются в трухлявую массу. Плазмодий в это время распадается на миксамебы, которые затем превращаются в споры. Споры высыпаются в почву, где прорастают, из них образуются зооспоры, которые снова проникают в клетки растения, теряют жгутики и превращаются в миксамебы. Миксамебы имеют выступы цитоплазмы, которые называются псевдоподиями, или ложноножками, при помощи их

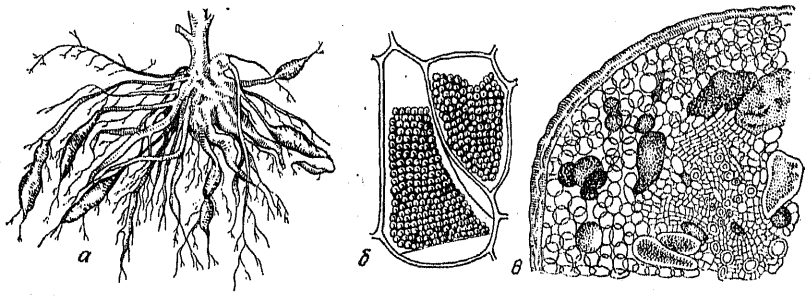


Рис. 110. Плазмодиофора:

а — корневая система капусты, пораженная килой; *б* — клетки корня со спорами паразита; *в* — разрез через пораженный корень (крупные серые клетки содержат плазмодий)

миксамебы передвигаются, соединяются и образуют плазмодий. Паразит может заражать растения в течение всего лета: с весны — рассаду, а затем взрослые растения. У пораженных растений задерживается развитие корней, вянут листья, и растения гибнут.

Болезнь распространяется через почву и особенно быстро развивается на кислых почвах.

Отдел грибы

Общая характеристика. Грибы (Mycota, Fungi) — наиболее обширный отдел низших растений, объединяющий свыше 100 тыс. видов. Все грибы лишены хлорофилла, это типичные гетеротрофные организмы.

Большинство грибов внешне напоминает различные налеты (плесени) на субстрате. Вегетативное тело их называется м и ц е л и е м, или г р и б н и ц е й, представляющей собой переплетение ветвящихся тонких нитей — гиф, пронизывающих субстрат в разных направлениях. У представителей высокоорганизованных грибов (шляпочных) имеется, кроме гиф, так называемое п л о д о в о е т е л о, которое обычно называют грибом (белый, красный гриб и др.).

Плодовое тело гриба представляет собой образование из плотно переплетенных гиф. По строению, форме и окраске плодовые тела грибов очень разнообразны. Плодовое тело развивается вне субстрата, на котором гриб живет, и выносится наружу. На плодовом

теле гриба образуются споры. Нередко плодовое тело составляет основную, видимую часть гриба. Например, у шляпочных грибов (белый, сыроежка и др.) вегетативное тело представляет собой сплетение гиф — мицелий, развивающийся в субстрате (в почве), а плодовое тело состоит из пенька и шляпки, которые развиваются над землей (рис. 111). Гифы растут своими концами и бывают у различных грибов одноклеточными и многоклеточными. У грибов, условно называемых н и з ш и м и, грибница не имеет перегородок.

Клетки гриба обычно имеют твердую оболочку (клеточную стенку), состоящую у большинства грибов из полисахарида хитина — вещества, которое свойственно представителям животного мира (насекомым, ракам), в небольшом количестве присутствуют белки,

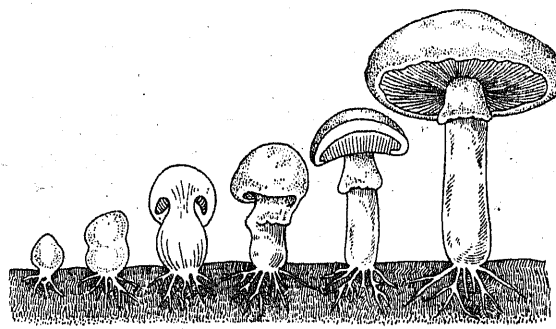


Рис. 111. Стадии развития плодового тела шампиньона

липиды и полифосфаты. У грибов широко распространена многоядерность клеток, реже ядер бывает 1...2. Ядра мелкие. Пластиды отсутствуют, а окраска грибов обусловливается наличием различных пигментов. Грибы никогда не образуют крахмал, вместо него образуется гликоген — «животный крахмал», свойственный клеткам животных. Грибы содержат также креатинин — органическое вещество, свойственное животным и человеку; жиры, белки и большое количество воды — до 90%. В химический состав некоторых грибов входят ядовитые вещества.

По размерам грибы различаются от микроскопически малых до нескольких килограммов (гриб дождевик).

Грибы р а з м н о ж а ю т с я различными способами — бесполым, вегетативным и половым, но преобладающим способом размножения является бесполое — при помощи спор. Споры образуются внутри специальных споровместилищ (эндогенно) или на концах особых выростов мицелия — к о н и д и е н о с ц а х (экзогенно). Созревшие споры разносятся ветром, попав в благоприятные условия, прорастают и дают начало новому мицелию. У некоторых низших грибов, живущих в воде, вместо спор образуются з о о с п о р ы, которые имеют жгутики, при помощи их зооспоры передвигаются в воде. Зооспоры развиваются в зооспорангиях. У других

низших грибов споры, лишенные органов движения, образуются в спорангиях и называются спорангиоспорами. Спорангии сидят на особых поднимающихся кверху от субстрата гифах, называемых спорангиеносцами.

Вегетативно — частями мицелия — размножаются почти все грибы; у некоторых вегетативное размножение происходит путем почкования (дрожжи).

Половое размножение грибов — очень сложный процесс, и он неодинаков у представителей различных классов. Половой процесс у грибов бывает в форме изогамии, гетерогамии, зигогамии и оогамии. Часто у низших грибов в результате слияния двух гамет образуется зигота, которая покрывается толстой оболочкой и превращается в спору полового размножения. Эта спора после периода покоя прорастает. Происходит редукционное деление ее ядра, после чего обычно из споры развивается спорангий, в котором образуется большое количество так называемых спор бесполого размножения. У высших грибов половой процесс бывает значительно сложнее, у некоторых из них происходит слияние не гамет, а двух различных по внешности половых органов, т. е. происходит слияние двух гаметангиев.

По энергии размножения грибы превосходят все другие низшие растения: плодовое тело некоторых грибов (дождевик) образует 1...7 млн. спор.

Грибы — гетеротрофные растения. Не имея хлорофилла, они питаются за счет готовых органических веществ. В зависимости от характера питания грибы делятся на сапрофитные и паразитные. Сапрофитные грибы развиваются и питаются за счет веществ мертвых организмов, главным образом растительного происхождения, — опавших листьев, мертвых деревьев и др. Грибы-паразиты развиваются преимущественно на живых растениях, реже на животных. При этом вегетативное тело грибов — мицелий — развивается на поверхности живого организма, а внутрь проникают отростки, при помощи которых гриб получает питательные вещества. Существуют и такие грибы, мицелий которых развивается внутри питающего организма. Паразитирующие грибы резко снижают урожай культурных растений и тем самым наносят колоссальный вред сельскому хозяйству (ржавчинные и головневые грибы, мучнистая роса, спорынья и др.).

Многие почвенные грибы живут в симбиозе (сожительстве) с корнями высших растений, образуя микоризу. Существует также симбиоз грибов с водорослями, когда создаются новые организмы — лишайники. При симбиозе дрожжевых грибов с уксуснокислой бактерией образуется «чайный гриб».

Продолжительность жизни мицелия грибов различна. У большинства грибов мицелий недолговечен. Чаще всего мицелий разрастается быстро, в течение нескольких дней, а затем наступает фаза спороношения, мицелий прекращает свой рост и погибает. Но существует немало грибов (шляпочные грибы), у кото-

рых мицелий живет в течение многих лет. Споры грибов в сухом виде способны сохранять жизнеспособность продолжительное время.

Как правило, грибы развиваются в условиях достаточного увлажнения. Температурные условия оказывают меньшее влияние на развитие грибов, так как они при наличии влажности хорошо переносят сравнительно большие колебания температуры (от 1 до 25 °С). Грибы в большинстве случаев — аэробные растения.

Распространены грибы почти на всей территории земного шара. Живут они в почве, воде, на живых и мертвых организмах.

О п р о и с х о ж д е н и и грибов нет единого мнения. Несомненно, грибы относятся к очень древним растениям. Одни ботаники считают, что грибы произошли из водорослей с последующей утратой хлорофилла. С водорослями их сближает сходство в нитчатом строении тела, строение зооспорангиев и зооспор, процесс слияния и др. Другие считают родоначальниками грибов простейшие организмы — бесцветные жгутиковые.

Различно трактуется отсутствие хлорофилла у грибов. Одни ученые считают, что грибы хотя и произошли от водорослей, но в процессе исторического развития утратили хлорофилл в связи с характером их питания — сапрофитного и паразитного. Другие ученые утверждают, что грибы и в прошлом не имели хлорофилла, так как произошли от бесхлорофилльных жгутиковых. Большинство современных микологов считает, что все грибы представляют одну естественную группу, которая характеризуется единым планом своего строения.

Эволюция грибов шла в направлении выхода из воды и приспособления к наземному образу жизни, в связи с чем у многих грибов были утрачены зооспоры и размножение в основном стало осуществляться спорами.

Развитие грибов непосредственно связано с развитием покрытосеменных растений. В настоящее время установлено колоссальное количество рас грибов, приспособленных к определенным хозяевам из покрытосеменных.

К л а с с и ф и к а ц и я грибов неоднократно подвергалась ревизии, и в настоящее время еще отсутствует общепринятая классификация этого отдела низших растений. Как уже указывалось, отдел грибов объединяет свыше 100 тыс. видов. Все это разнообразие условно разделяется на два подотдела: 1) низшие грибы; 2) высшие грибы. Каждый подотдел в свою очередь подразделяется на классы. Все разнообразие грибов объединяется в 7 классов *: 1) хитридиомицеты; 2) оомицеты; 3) зигомицеты; 4) сумчатые, или аскомицеты; 5) базидиомицеты; 6) несовершенные грибы, или дейтеромицеты; 7) трихомицеты.

Каждый класс делится на порядки, семейства, роды и виды. Ниже приводится описание некоторых представителей каждого класса. Класс трихомицеты объединяет грибы-паразиты, обитающие

---

* Г р и б ы /Под ред. проф. М. В. Горленко. М., 1976. (Жизнь растений; т. 2).

в кишечнике и желудке представителей животного мира, поэтому в данном учебнике не рассматривается.

Подотдел низшие грибы. Представители низших грибов характеризуются наличием одноклеточного мицелия независимо от его размеров. Споры образуются эндогенно — внутри специальных клеток. Половое спороношение отсутствует. Данный подотдел объединяет 3 класса: 1) хитридиомицеты; 2) оомицеты; 3) зигомицеты.

Класс хитридиомицеты (Chytridiomycetes). Представители этого класса являются наиболее примитивными формами грибов. Вегетативное тело микроскопически малой величины, амебообразной формы, в виде одноядерной, реже многоядерной одной голой клетки. По существу это голый участок цитоплазмы. Мицелий отсутствует либо имеется в зачаточном состоянии. Бесполое размножение осуществляется при помощи одножгутиковых зооспор. Половой процесс разнообразен — изогамия, гетерогамия, оогамия, хологамия. Объединяет около 300 видов. Большинство представителей класса является внутриклеточными паразитами главным образом высших растений.

Рассмотрим двух представителей: ольпидиум и синхитриум.

Ольпидиум капусты (Olpidium brassicae Wor.) — гриб-паразит. Болезнь, вызванная этим грибом и известная под названием «черной ножки», поражает чаще всего рассаду капусты. Ранней весной в области корневой шейки растение чернеет, а затем отмирает, после чего подача питательных веществ прекращается. Стебель пораженного растения становится тонким, и рассада довольно быстро гибнет — засыхает.

При рассмотрении в микроскоп срезов пораженной части рассады можно легко обнаружить голые, без оболочки, цитоплазменные тельца паразита — плазмодии. Эти тельца в дальнейшем покрываются оболочкой с длинным трубчатым выростом, выходящим наружу, и превращаются в зооспорангии, в которых формируются зооспоры. Через трубчатый вырост они выходят из больного растения в почвенную воду и направляются к здоровым растениям.

Зооспоры во влажную погоду или после полива рассады передвигаются в почвенной воде при помощи жгутиков. Подплывая к здоровым растениям, зооспоры прикрепляются к ним, прободают оболочку клеток хозяина и выливают свое цитоплазменное содержимое. Размножается гриб очень быстро. Проходит всего 2...3 дня до образования нового поколения. Особенно быстро и в большом количестве размножается ольпидиум в дождливую погоду или при обильном поливе.

Кроме зооспор, гриб ольпидиум образует особые покоящиеся, или зимние, споры (цисты), они отличаются толстыми оболочками и поэтому способны хорошо перезимовывать. Весной при благоприятных условиях циста превращается в зооспорангий, а в нем развиваются одножгутиковые зооспоры, которые выходят наружу и поражают рассаду капусты.

Синхитриум (Synchytrium endobioticum Perc.) — гриб-паразит. Он является возбудителем очень опасной болезни — рака картофеля. Внешне рак картофеля проявляется в виде крупных мясистых наростов на клубнях и столонах картофеля, реже на побегах. Наружная поверхность опухоли морщинистая.

Опухоль состоит из плазмодия, т. е. голой протоплазматической многоядерной массы. Плазмодий, разрастаясь, поглощает питательные вещества клеток клубня, и, таким образом, весь урожай картофеля может быть уничтожен.

Из многоядерного плазмодия в течение всего лета через каждые 12...14 дней образуются спорангии, в которых формируются в большом количестве одножгутиковые микроскопически малые зооспоры. Зооспоры выходят наружу и легко передвигаются в воде между комочками почвы. Достигнув непораженного клубня, проникают в него, переходят в амебоидное состояние, разрастаются и превращаются в плазмодий.

К концу лета некоторые зооспоры вне клубня сливаются попарно, образуя зиготы. Зиготы также проникают в здоровые клубни и превращаются в них в зимние цисты с толстой оболочкой. После разрушения больного клубня цисты попадают в почву. В перезимовавших в почве цистах весной образуются одножгутиковые зооспоры, которые передвигаются в почвенной воде и поражают здоровые клубни.

Рак картофеля является одним из опаснейших заболеваний этой культуры, которое резко снижает урожай. Клубни картофеля, пораженные раком, быстро загнивают и к употреблению в пищу и корм животным непригодны.

Исключительная стойкость возбудителя рака картофеля затрудняет борьбу с этой опасной болезнью, так как цисты сохраняют жизнеспособность до 20 лет. Кислоты желудка животного не влияют на жизнедеятельность цист, поэтому, попадая с навозом в почву, они легко прорастают.

Рак картофеля был открыт в Венгрии в 1888 г.

Другие виды синхитриума поражают различные растения.

Класс оомицеты (Oomycetes). Мицелий хорошо развитый, но неклеточный. Половой процесс оогамный. Бесполое размножение — при помощи зооспор. Из наиболее широко распространенных грибов, поражающих сельскохозяйственные растения, к этому классу относятся фитофтора и плазмопара.

Фитофтора (Phytophthora infestans d By.) паразитирует на листьях и клубнях картофеля и вызывает заболевание, известное под названием фитофтороза картофеля, или картофельной гнили.

Внешне эту болезнь легко обнаружить. На листьях картофеля, пораженного фитофторозом, во второй половине лета появляются желтые округлые пятна, которые быстро разрастаются и буреют. Пораженная часть листа отделяется от здоровой характерной светло-зеленой полоской. При сильном поражении ассимиляционная по-

верхность листьев резко уменьшается, в результате чего сильно сокращается урожай клубней.

На нижней стороне листа, пораженного грибом, можно заметить невооруженным глазом беловатый налет в виде паутины вокруг желтых пятен. Паутинки — это разросшийся ветвистый мицелий гриба, он выступает из листа наружу через устьица (рис. 112).

На концах особых гиф (спорангиеносцев) образуются зооспорангии овальной формы, при созревании они опадают целиком. Вода (роса или капли дождя) переносит зооспорангии на новый лист или на непораженную часть того же листа. В благоприятных условиях в них образуется несколько зооспор (около 10) с двумя жгутиками. Зооспоры прорастают и образуют гифы, которые проникают в лист через его устьица. Здесь мицелий разрастается в межклеточных ходах, поражает мякоть листа, где образует короткие отростки (гаустории). В пораженной части листа клетки теряют хлорофилл, а цитоплазма отмирает.

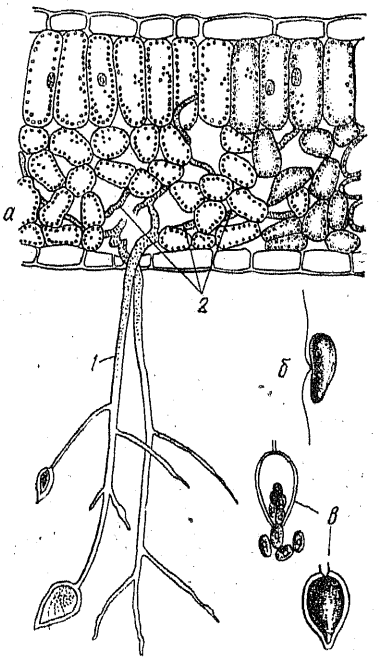


Рис. 112. Фитофтороз картофеля:
а — разрез через пораженный лист; *б* — зооспора; *в* — спорангии и выход зооспор; *1* — спороносцы со спорангиями; *2* — мицелий

Зооспоры попадают в почву во время дождя вместе с дождевой водой и поражают клубни картофеля. Пораженные места клубней на разрезе имеют бурую окраску. Перезимовывает фитофтора в виде покоящихся спор в пораженных клубнях картофеля, на ботве, в почве и развивается на следующее лето. Фитофтора особенно сильно развивается на ботве картофеля во влажное лето.

Плазмопара виноградная (Plasmopara viticola Berl. et d T.) паразитирует на молодых побегах, листьях, цветках и ягодах винограда. Развитие и внешние признаки гриба несколько напоминают фитофтору картофеля. Болезнь сначала проявляется на верхней стороне листьев в виде «маслянистых пятен», которые быстро покрывают всю листовую пластинку, усики и ягоды. С нижней стороны листа вокруг пятен образуется белый налет — место образования органов спороношения.

Поражение винограда плазмопарой известно под названием милдью, или ложная мучнистая роса, винограда. Милдью приносит большой вред виноградникам. Перезимовывает гриб в стадии ооспор в листьях и ягодах. Весной ооспоры прорастают в зооспорангии,

в которых образуются зооспоры, последние проникают в листья, плоды.

Класс зигомицеты (Zygomycetes). Преимущественно наземные сапрофитные грибы. Мицелий большей частью неклеточный. Спорангиоспоры (редко конидии) неподвижны. Половой процесс зигогамный. Представителем является мукор головчатый.

Мукор головчатый (Mucor mucedo Fres.) распространен широко. Он быстро развивается в виде белого пушистого налета с темными точками (спорангиями) на поверхности хлеба, овощей, ягод, варенья и других продуктов, хранящихся в сырых или с влажным воздухом помещениях. В большом количестве развивается мукор и на навозе при неправильном его хранении.

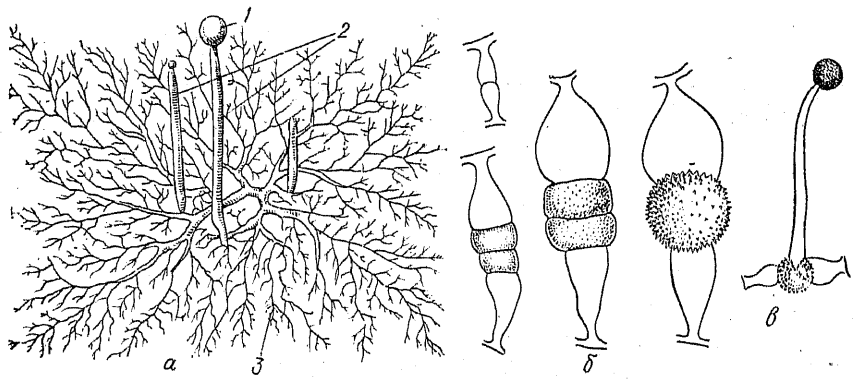


Рис. 113. Мукор:

а — мицелий со спорангиеносцами и спорангиями; *б* — процесс зигогамии; *в* — прорастание зигоспоры; *1* — спорангий; *2* — спорангиеносцы; *3* — мицелий

Мицелий мукора состоит из густо переплетенных гиф, которые представляют собой одну огромную многоядерную сильно разветвленную клетку (рис. 113).

От некоторых гиф отрастают прямые, вверх направленные нити, резко выделяющиеся по толщине. Они называются спорангиеносцами. На концах их образуются спорангии в виде шарообразных вздутий, в которых развиваются споры. Ко времени созревания спор спорангии становятся черными, и их можно видеть невооруженным глазом. Оболочка созревшего спорангия легко расплывается от воды и даже влажного воздуха, после чего споры рассеиваются.

Подотдел высшие грибы. Для представителей высших грибов в отличие от низших характерно наличие многоклеточного, хорошо развитого мицелия. Споры одноклеточные. Высшие грибы ведут, как правило, наземный образ жизни. Это чаще сапрофиты и паразиты, некоторые полезны для человека. Подотдел объединяет 3 класса: 1) аскомицеты; 2) базидиомицеты; 3) несовершенные грибы.

Класс аскомицеты, или сумчатые грибы (Ascomycetes). Отличительной особенностью грибов данного класса является наличие специального органа спороношения, который называется сумкой, или аской, откуда и произошло название класса.

Сумки (аски) образуются либо в плодовых телах, либо открыто на гифах. Споры у сумчатых грибов формируются в асках, т. е. закрыто, и имеют специальное название — аскоспоры. Половой процесс — гаметангиогамия, т. е. слияние двух гаметангиев — специализированных клеток, не дифференцированных на гаметы.

Класс аскомицеты объединяет свыше 30 тыс. видов. На основании отсутствия или наличия плодовых тел и способов их образования класс аскомицеты делят на 3 подкласса: 1) голосумчатые; 2) собственносумчатые; 3) асколокулярные. В каждый подкласс входит несколько порядков.

Из съедобных грибов к аскомицетам относятся сморчки и строчки.

Подкласс голосумчатые, или гемиаскомицеты (Hemiascomycetidae). Для представителей этого подкласса характерно образование сумок без плодовых тел. Сумки формируются внутри клеток растения-хозяина. Представителем могут служить дрожжи.

Хлебные, или сахарные, дрожжи (Saccharomyces sp.) — довольно обособленная примитивная группа грибов, которая отличается несколькими характерными особенностями.

Дрожжи не имеют мицелия; это микроскопически малые одноклеточные грибы. Клетки их округлой или округло-овальной формы, покрыты оболочкой, имеют цитоплазму, одно ядро и вакуоль. Дрожжи не имеют плодовых тел, у них сумки образуются непосредственно на клетках. Дрожжи обыкновенно живут и размножаются погруженными в питательную среду.

Размножаются дрожжи очень быстро, почкованием. На материнской клетке появляется вырост, который быстро увеличивается до размеров материнской клетки и отделяется от нее. Обычно на материнской клетке возникает одновременно не один, а несколько выростов, которые тоже почкуются, но вновь образовавшиеся клетки не отделяются от материнской. Таким образом, могут получиться цепочки клеток, которые в дальнейшем легко распадаются на отдельные клетки.

Дрожжи обитают преимущественно в среде, содержащей сахар, крахмал, и обладают свойством вызывать в этой среде спиртовое брожение. В результате спиртового брожения глюкоза разлагается на этиловый спирт и углекислый газ. Человек с незапамятных времен использовал дрожжи для получения вина, пива. В тесте, в которое вносятся дрожжи, также происходит спиртовое брожение. В результате этого брожения выделяется углекислый газ, который вспучивает, раздувает тесто, оно «всходит», приобретает мелкоячеистое строение.

В настоящее время широко применяется промышленное производство дрожжей на дрожжевых заводах. Дрожжи содержат легкоусвояемые белки, жиры, витамины и поэтому широко используются в пищу, в корм животным и как лечебное средство.

Подкласс собственносумчатые, или эуаскомицеты (Euascomycetidae). Для этого подкласса характерно развитие сумок в плодовых телах, образованных плотным плетением гиф. По строению и форме различают 3 основных типа плодовых тел: апотеций, перитеций, клейстотеций.

Апотеций — открытое плодовое тело, чаще всего блюдцевидной формы, сумки расположены на его верхней поверхности.

Перитеций — полузамкнутое плодовое тело в виде кувшина с узким отверстием наверху, сумки расположены внутри; споры после созревания выбрасываются из сумок через отверстие.

Клейстотеций представляет собой замкнутое плодовое тело; он содержит обычно одну сумку со спорами, которые освобождаются после разрыва оболочки.

1. Порядок плектасковые (Plectascales). Представителями этого порядка могут служить широко распространенные аспергилл, или леечный гриб, и пеницилл, или кистевик. Оба гриба — сапрофиты. Плодовое тело — клейстотеций. Эти грибы образуют на субстрате паутинистые пушистые налеты, поэтому их часто называют плесневыми грибами. Чаще они обитают в сырых помещениях на фруктах, овощах, различных продуктах, обоях, на изделиях из кож и т. д. Окраска налета бывает зеленая, сизая и пр. Размножаются преимущественно бесполым путем — конидиями. Конидиеносцы могут быть неразветвленные и разветвленные.

Аспергилл, или леечный гриб (Aspergillus sp.), имеет одноклеточные и неразветвленные конидиеносцы. На вершинах их образуются лучеобразно расположенные особые клетки — стеригмы с цепочками конидий. Расположение конидий напоминает струи воды, вытекающие из сита лейки, поэтому этот гриб называется леечным (рис. 114).

Пеницилл, или кистевик (Penicillum sp.), имеет многоклеточные разветвленные конидиеносцы. На конечных клетках верхних разветвлений образуются цепочки конидий. Часто конидии образуются на коротких цилиндрических клетках — стеригмах. Конидиеносец при рассмотрении в микроскоп имеет вид кисточки, поэтому этот гриб и называется иначе кистевик. Конидии пеницилла обычно зеленоватые, и гриб образует зеленый налет (рис. 115). Из пеницилла получают лечебный препарат антибиотик — пенициллин.

Некоторые виды пеницилла широко используются при приготовлении различных сыров, которым они придают определенный вкус и аромат (сыр рокфор, швейцарский, камамбер).

2. Порядок мучнисторосяные, или эризифовые (Erysiphales). Характерными представителями порядка являются мучнистые грибы-паразиты. Они поражают многие сельскохозяйственные растения

(злаки — пшеница, овес; бобовые — клевер, вика; ягодные — крыжовник и др.). У большинства представителей мицелий развивается на поверхности листьев, стеблей, плодов, образует гаустории, ими гриб проникает в клетки эпидермиса растения-хозяина. К поверхности листьев и других органов растений грибница прикрепляется специальными присосками — а п п р е с с о р и я м и. Обычно в цикле развития мучнисторосяных грибов имеются конидиальная и сумчатая стадии. На мицелии формируется большое количество неветвистых конидиеносцев, а на них цепочкой развиваются конидии. Созревая, конидии осыпаются, разносятся ветром, попадая на листья растений, быстро прорастают и разрастаются в белый мицелий. В течение лета гриб образует несколько поколений конидий, что и способствует очень быстрому распространению этого

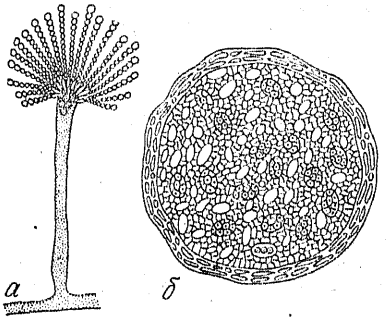


Рис. 114. Аспергилл:
а — конидиеносец; б — разрез клейстотеция

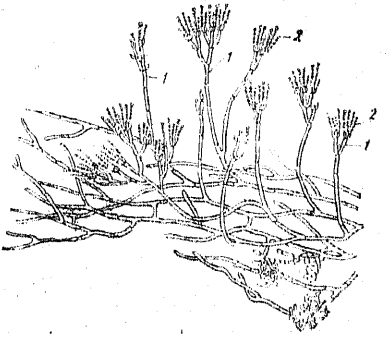


Рис. 115. Пеницилл:
1 — конидиеносцы; 2 — конидии

гриба. Конидий бывает так много, что, когда они осыпаются, на листьях образуется сплошной налет, напоминающий слой муки, поэтому грибы этого порядка называются мучнисторосяными.

Зимует гриб в виде плодовых тел, которые образуются на пораженных листьях во вторую половину лета. Плодовые тела закрытые — клейстотеции, внутри плодовых тел формируются аски, каждая несет 8 аскоспор. Весной оболочка плодового тела от набухания лопается, и споры разносятся ветром, заражая растения. Пораженные листья растений резко снижают процесс ассимиляции, многие из них преждевременно подсыхают и опадают. Все это приводит к снижению урожая пораженной культуры.

Существует много видов мучнисторосяных грибов. Наибольший вред сельскохозяйственным растениям наносят грибы из рода сферотека (Sphaerotheca); например, гриб S. mors-uvae (Schwein.) Berg. et Curt. поражает крыжовник и иногда совершенно губит его урожай.

Хлебные злаки поражает специфичный гриб Erysiphe graminis DC., вызывающий болезнь мучнистую росу злаков. Заболевание проявляется на стеблях, листьях, листовых влагалищах и иногда

на колосьях в виде белого паутинистого налета, который позже приобретает мучнистый вид. На всходах мучнистая роса сначала выявляется на влагалищах листьев, на которых образуются матовые пятна, затем налет обнаруживается на листовой пластинке. Мучнистая роса распространена и на плодовых растениях — сливе, винограде, яблоне, груше и др. Существует большое количество рас этого гриба, каждая из которых паразитирует на определенных видах высших растений.

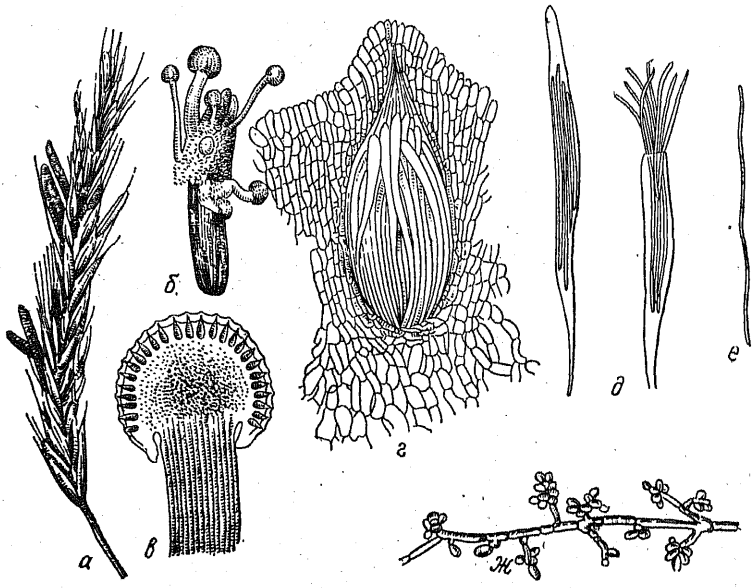


Рис. 116. Спорынья:

а — колос ржи со склероциями спорыньи; *б* — прорастание склероция; *в* — продольный разрез через головку стромы; *г* — перитеций с сумками; *д* — сумки с аскоспорами; *е* — аскоспора; *ж* — конидиальное спороношение

3. Порядок гипокрейные (Hypocreales). Для этого порядка характерно наличие полузамкнутого плодового тела — перитеция, который образуется или прямо на мицелии, или внутри особого образования — стромы.

В качестве представителя этого порядка рассмотрим гриб Claviceps purpurea Tul. Гриб-паразит вызывает болезнь различных злаков (чаще всего ржи), известную под названием спорынья. Чаще спорынья поражает злаки. На пораженных колосьях ржи часто вместо зерновок образуются темно-фиолетовые продолговатые твердые тела — рожки, называемые склероциями, которые достигают размеров 2...5 см (рис. 116). Склероций — это покоящаяся стадия гриба в виде плотно сплетенных обезвоженных гиф. Склероций содержит всего 5...10% воды. Опадая осенью на землю, склероций перезимовывает даже в суровые зимы. Внутри склероций

белый, содержит достаточное количество питательных веществ, особенно масла (до 30%), и несколько алкалоидов, которые называются эргоалкалоидами.

Весной склероций прорастает, на нем вырастает несколько красноватых стром в виде шаровидных головок, сидящих на длинных ножках. Внутри стром по периферии развиваются полузамкнутые плодовые тела — перитеции. Каждый перитеций несет несколько сумок удлиненной формы, а в каждой сумке образуется обычно по 8 нитевидных аскоспор (количество спор может быть и иное: 2, 4, 16).

Образуются сумки из двухъядерной клетки (рис. 117). Сначала 2 ядра в клетке сливаются, а затем снова делятся редукционным способом. Полученные 2 ядра внутри клетки отходят к полюсам и снова делятся — каждое еще по 2 раза. В результате трехкратного деления ядра получается 8 ядер, они располагаются внутри сумки в одну линию — одно над другим. Сумка постепенно увеличивается в размерах. Каждое ядро дает начало аскоспоре, вокруг ядра обособляется цитоплазма, а затем оболочка, на этом заканчивается формирование аскоспор и самой сумки. Созревание аскоспор совпадает с цветением озимой ржи и других злаков. При созревании аскоспор сумки поочередно выступают из отверстия плодового тела, открываются, и аскоспоры из них разносятся ветром. Спорынья поражает только завязи цветков. Остальные части растений развиваются нормально. Аскоспора, попав на завязь цветка злака, например ржи, очень быстро прорастает и образует мицелий, который сначала развивается на поверхности завязи, затем постепенно проникает внутрь ее и разрушает ткани. Пока мицелий разрастается в завязи, на наружной его части развиваются в большом количестве короткие конидиеносцы, на которых образуются летние споры — конидии. В это время мицелий выделяет сладковатую жидкость, которая называется медвяной росой. Медвяная роса привлекает насекомых, они вместе с жидкостью переносят конидии на другие цветущие растения и заражают их.

Мицелий гриба, разросшийся в завязи, постепенно уплотняется, и к началу созревания ржи в зараженных цветках вместо зерна образуется склероций (рожок). В растениях, пораженных спорыньей, очень большое количество питательных веществ идет на формирование паразитирующего гриба, вместо того чтобы использоваться на образование зерна.

Склероции очень ядовиты; попадая в зерно, а при помоле в муку, они могут вызвать у человека и животных отравление, часто смертельное. Болезнь от отравления спорыньей называется «злая корча», или эрготизм.

Склероции спорыньи широко используются в медицинской практике как кровоостанавливающее средство; при употреблении их (в определенной дозе) наблюдается суживание кровеносных сосудов.

В настоящее время спорынья имеет у нас незначительное распространение в посевах зерновых культур. Этому способствует тща-

тельная очистка посевного материала от всяких примесей, в том числе и от рожков спорыньи и их частей.

4. Группа порядков дискомицеты. Для представителей дискомицетов характерно наличие открытых блюдцеобразных или дискообразных плодовых тел — апотециев, на верхней поверхности которых расположены сумки цилиндрической формы, чередующиеся с бесплодными нитями — парафизами. Сумки эти образуют совместно с парафизами широкий слой, называемый гимениальным. Представителями дискомицетов могут служить различные виды склеротинии. Для склеротиниевых грибов характерно наличие склероция или стромы, из которых вырастают апотеции.

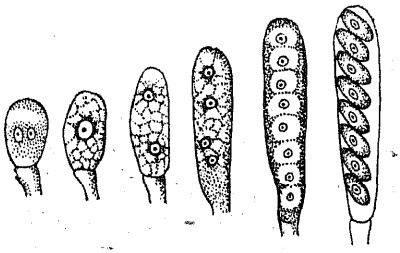


Рис. 117. Схема развития сумки гриба

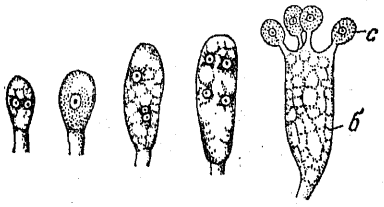


Рис. 118. Схема развития базидии (*б*) с базидиоспорами (*с*)

Один из представителей Sclerotinia sclerotiorum d By. — возбудитель белой гнили различных сельскохозяйственных культур (подсолнечник, свекла, морковь, томат, фасоль, картофель, лен и т. д.).

Гриб развивается в склероциальной и сумчатой стадиях. Склероции, образующиеся в период вегетации в пораженных тканях, зимуют в почве, остатках растений, в семенном материале. Весной склероции прорастают в блюдцевидные или бокаловидные апотеции. В апотециях содержатся многочисленные сумки с 8 одноклеточными спорами. Споры прорастают в грибницу.

Различные виды склеротинии поражают яблоню, сливу, виноград, грушу и др.

Подкласс асколокулярные (Loculoascomycetidae). Для представителей подкласса характерно образование сумок в аскостромах, или псевдотециях. Сумки формируются среди ткани плодовых тел в полостях (локулах). Среди представителей подкласса много возбудителей опасных заболеваний сельскохозяйственных культур (пасмо льна, аскохитоз гороха, вентурия и т. д.).

Класс базидиомицеты (Basidiomycetes). Для этого класса характерно образование специальных выростов — базидий. Базидии имеют форму цилиндрической клетки, на поверхности которой развивается открыто обычно 4 одноклеточные базидиоспоры (половое спороношение). Каждая базидиоспора сидит на короткой ножке — стеригме (рис. 118).

Базидия образуется из двухъядерной клетки. При половом процессе у большинства базидиальных грибов сливаются клетки гиф, вырастающих из базидиоспор противоположных половых знаков (+ и —). При этом ядра объединяются в пары — дикарионы, которые затем синхронно делятся, а цитоплазма сливается. Образуется дикариофитный мицелий (с двухъядерными клетками). На концах гиф из двухъядерных клеток формируются базидии. Попадая в благоприятные условия, базидиоспора прорастает и образует мицелий.

К базидиомицетам относится большинство съедобных шляпочных грибов, много и ядовитых. Среди представителей базидиальных грибов имеются сапрофиты (трутовики) и паразиты (головневые, ржавчинные).

Класс делится на 3 подкласса: 1) холобазидиомицеты; 2) гетеробазидиальные грибы; 3) телиоспоромицеты. Каждый подкласс подразделяется на несколько порядков, которые объединяют свыше 20 тыс. видов.

Подкласс холобазидиомицеты (Holobasidiomycetidae). Этот подкласс объединяет грибы с одноклеточной цилиндрической или булавовидной базидией. К холобазидиомицетам относятся экзобазидиальные грибы, гименомицеты и гастеромицеты.

У экзобазидиальных грибов плодовые тела отсутствуют, базидии формируются непосредственно на мицелии. Мицелий развивается в вегетативных частях цветковых растений и вызывает разрастание тканей.

К гименомицетам относится большое количество шляпочных грибов, в том числе почти все съедобные. Плодовое тело у них открытое, мясистое, составляет основную массу гриба и состоит из шляпки и ножки (пенька).

На плодовом теле гриба, обычно с нижней стороны шляпки, в результате очень густого переплетения гифы образуют особый плотный поверхностный спорообразующий слой, именуемый гимениальным слоем, или гимением. Наличие такого слоя является характерной особенностью этой группы грибов. Гимений состоит из базидий и парафиз (бесплодные клетки), которые придают упругость гимению и отделяют базидии одну от другой.

Нижняя поверхность плодового тела, несущая гимений, называется гименофором. У некоторых грибов спорообразующий слой бывает покрыт в молодом возрасте особым покрывалом (с нижней стороны шляпки) в виде тонкой пленки. Такое покрывало хорошо заметно у маслят. Часто, особенно у поганок, покрывало разрывается на части (рис. 119). Гименофор может быть пластинчатым и трубчатым (рис. 120). К грибам с пластинчатым гименофором относятся такие съедобные грибы, как сыроежка, груздь, опенок, волнушка, шампиньон, рыжик и др., а из вредных и ядовитых — различные поганки, мухомор и др.

Трубчатый гименофор характерен для представителей семейства Polyporaceae. Характерным представителем этого семейства является трутовик, или фомес. Большинство трутовиков — паразиты. Они обитают на стволах живых деревьев, а после отмирания растения-хозяина продолжают развиваться как сапрофиты. Имеют характерное по форме плодовое тело — в виде копыта или половины шляпки, выступающих на стволах различных деревьев (рис. 121). Плодовые тела многолетние (живут до 20 лет). Нередко трутовики достигают больших размеров.



Рис. 119. Бледная поганка

Внутренняя часть плодового тела бывает рыхлая. После высушивания ее раньше использовали в качестве трута. Трутовики наносят большой ущерб лесному хозяйству, вызывая гниение деревьев, образование дуплистости.

К трутовикам относится и березовый трутовик, плодовое тело которого достигает больших размеров и известно в медицине под названием чага. Настой из чаги используется как болеуспокаивающее средство.

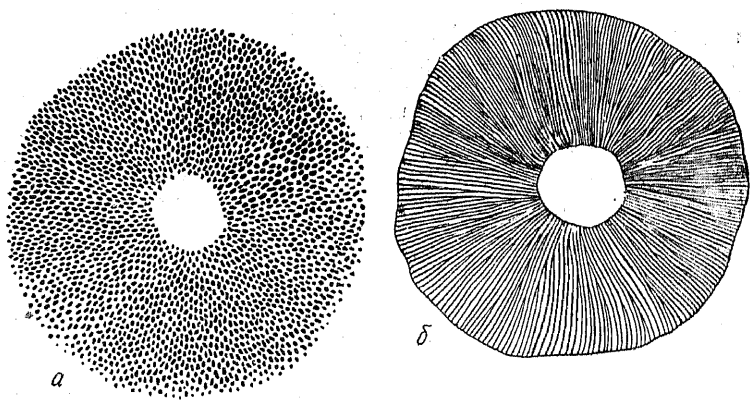


Рис. 120. Общий вид гименофоров:
а — трубчатый; *б* — пластинчатый

Трубчатый гименофор имеют также представители семейства болетовые (Boletaceae), к которому относятся многие съедобные грибы (белый, или боровик, подберезовик, красный гриб, или подосиновик, масленок и др.).

Белый гриб (Boletus edulis Bull.) — наиболее ценный из съедобных грибов. По сравнению с другими грибами он содержит

меньшее количество воды и повышенное количество питательных веществ. Это единственный гриб, который при сушке не чернеет, а сохраняет белый цвет (рис. 122).

У г а с т е р о м и ц е т о в плодовые тела замкнуты до полного созревания базидиоспор. Базидиоспоры отделяются от базидий под прикрытием оболочки. Большинство гастеромицетов — сапрофиты. Представителями могут служить роды д о ж д е в и к (Lycoperdon), з в е з д о в и к (Geastrum) и многие другие.

П о д к л а с с г е т е р о б а з и д и а л ь н ы е г р и б ы (H e t e r o b a s i d i o m y c e t i d a e). Представители этого подкласса имеют многоклеточную или с очень большими стеригмами базидию. Споры многоклеточные, прорастают, образуя вторичную спору или мелкие конидии. Большинство — сапрофиты, однако встречаются и паразиты.



Рис. 121. Трутовик на стволе дерева

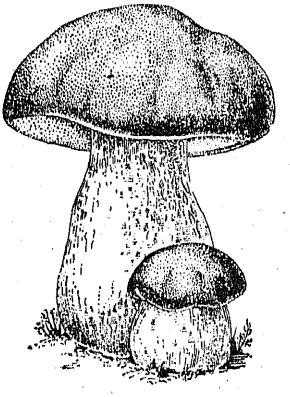


Рис. 122. Белый гриб

П о д к л а с с т е л и о с п о р о м и ц е т ы (T e l i o s p o r o m y c e t i d a e). Базидии вырастают из покоящихся толстостенных клеток. Рассмотрим 2 порядка — головневые и ржавчинные.

1. Порядок головневые (Ustilaginales). Представители этого порядка являются исключительно паразитами; чаще паразитируют на злаках. Болезни, которые вызывают эти грибы, известны под названием головни. Существует около 1000 видов головневых грибов.

Части растений, пораженные головней, развиваются ненормально, они имеют как бы обугленный вид (рис. 123), откуда головневые грибы и получили свое название.

Различные виды головневых грибов поражают определенные органы растения: стебли, листья, цветки.

Споры головневых грибов называются *хламидоспорами*, или *телиоспорами*. Образуются они делением гиф поперечными перегородками на отдельные клетки. Такие участки гиф сначала ослизняются, а затем покрываются темными толстыми оболочками и превращаются в одноклеточные хламидоспоры. При образовании спор ткани растения-хозяина часто сильно разрастаются, образуя желваки (кукуруза).



Рис. 123. Головневые грибы:

а — здоровый колос пшеницы; *б* — пыльная головня мягкой пшеницы; *в* — пузырчатая головня кукурузы; *г* — твердая головня пшеницы

Характерной особенностью головневых грибов является строгая специализация по отношению к растению-хозяину. Каждый вид гриба паразитирует на определенном растении. Различают головню пшеницы, проса, овса, кукурузы и т. д. Распространена головня во всех частях света.

Пыльная головня пшеницы (Ustilago tritici Jens.) поражает яровую и озимую пшеницу. Больное растение до колошения по внешнему виду ничем не отличается от здорового. Признаки заражения обнаруживаются в начале колошения. Вместо колоса

появляется черная масса пылящих хламидоспор. Колоски разрушаются. Нетронутым остается только стержень колоса. В начале цветения пшеницы споры из пораженных колосьев разносятся ветром. Попадая на рыльце цветка, они прорастают. Гриб сохраняется в оболочке зараженного зерна, в эндосперме, щитке, реже в зародыше в виде зачаточного мицелия.

При посеве таких семян споры прорастают одновременно с ними, грибница проникает в проросток, не вызывая вначале никаких внешних изменений растений. К моменту созревания злака грибница достигает соцветия и разрушает его.

Заражение злаков пыльной головней возможно и во время цветения их, когда споры разносятся ветром, попадают на рыльце цветков, прорастают на них, образуют грибницу, которая проникает в семяпочку. При этом развивается семя, содержащее грибницу. Перед выколашиванием злака мицелий пыльной головни распадается на колоссальное количество спор.

Известны также пыльная головня овса [U. avenae (Pers.) Jens.], пыльная головня ячменя (U. nuda Kell. et Swing.) и др.

Твердая головня пшеницы (Tilletia caries Tul., T. tritici Wint.) иначе называется вонючей, или мокрой, потому что у растений, пораженных этим грибом, вместо зерновки образуется довольно твердое тело из хламидоспор гриба, с неприятным селедочным запахом. Споры при обмолоте прилипают к здоровым зернам, на поверхности которых зимуют. Весной хламидоспоры прорастают одновременно с зерновкой, мицелий внедряется в клетки проростка и растет вместе с ним, не вызывая каких-либо внешних изменений. Ко времени образования соцветий грибница достигает цветков в колосе или в метелке и распадается на липкие хламидоспоры.

Пузырчатая головня кукурузы (Ustilago zeae Unger) развивается на любых молодых частях кукурузы, но чаще на цветках. Мицелий гриба образует вздутия различной величины — от горошины до детской головы. Эти вздутия содержат в себе колоссальное количество черных спор. Заражение растений происходит на протяжении всего периода вегетации. У всходов заражаются корневая шейка и корни. Затем болезнь обнаруживается на листьях и стеблях. На листьях небольшие вздутия, расположенные продольными полосками вдоль средней жилки. На стеблях головневые вздутия образуются вблизи узлов, они крупные, округлой формы. В початках поражаются отдельные зерна в верхней части початка. Мицелий сильно разрастается в зараженной ткани. Когда споры созревают, оболочка разрывается, и они попадают в почву, где прорастают, образуя базидиальную стадию. Базидиоспоры часто дополнительно размножаются почкованием.

Кроме хлебных злаков, головневые грибы поражают в большом количестве луговые злаки. Сено, зараженное спорами головневых грибов, вредно для животных. Головневые грибы наносят сельско-

му хозяйству большой ущерб, сильно снижая урожай зерновых культур.

2. Порядок ржавчинные (Uredinales). Это облигатные (обязательные) паразитные грибы. От других грибов ржавчинные грибы отличаются несколькими биологическими особенностями. Во-первых, полный цикл развития у ржавчинных грибов, как правило, характеризуется определенным чередованием образования нескольких типов спор. Во-вторых, у большинства ржавчинных грибов полный цикл их развития проходит на двух растениях-хозяевах, т. е. ржавчинные грибы в большинстве случаев являются разнохозяйными паразитами. В-третьих, для ржавчинных грибов характерна узкая специализация: каждый вид их паразитирует, как правило, на определенном виде высшего растения. Плодовых тел не имеют.

Ржавчинных грибов насчитывается свыше 2500 видов. Они поражают большое количество высших растений различных семейств. Споры этих грибов имеют обычно желтую окраску, и при массовом образовании их пораженные места у растений напоминают внешне ржавчину, откуда и произошло название этих грибов. Желтая же окраска мицелия и спор ржавчинных грибов обусловливается наличием капелек масла, находящегося в клетках мицелия и в спорах. Масло окрашено липохромом, имеющим оранжевый цвет.

Линейная, или стеблевая, ржавчина злаков (Puccinia graminis Pers). — наиболее распространенный вид ржавчинных грибов. Полный цикл развития гриб проходит на двух растениях: злаке, который является основным хозяином ржавчины, и барбарисе, который является ее промежуточным хозяином.

Летом на листьях и зеленых стеблях пшеницы и других злаков часто можно видеть светло-оранжевые черточки (рис. 124), напоминающие внешне ржавчину. Эти черточки представляют собой подушечки, кучки летних спор, называемых уредоспорами, которые образует мицелий ржавчины, находящийся в основной ткани стебля или листа. Уредоспоры сидят на довольно длинных ножках, имеют овальную форму, оранжевую окраску, они одноклеточные. Созревшие уредоспоры отрываются от своих ножек и разносятся ветром. Попадая на здоровые растения, они заражают их. В течение 1...2 мес гриб дает несколько генераций уредоспор, которые беспрерывно поражают все новые растения. Поэтому линейная ржавчина и распространяется так быстро.

Осенью к моменту уборки хлебов на том же мицелии, на котором образуются уредоспоры, появляется 2-й тип спор — телейтоспоры, или зимние споры, часто собранные в кучки темно-бурого цвета. Каждая телейтоспора в отличие от уредоспор состоит из двух клеток, покрытых общей толстой оболочкой (рис. 125). Телейтоспоры зимуют в поле на остатках растений (стебли, листья). Весной телейтоспоры прорастают, и каждая клетка образует орган спороношения — фрагмобазидию, которая состоит из 4 клеток, расположенных в один ряд. На каждой клетке фрагмобазидии обра-

зуется в дальнейшем по одной базидиоспоре, сидящей на тонкой ножке. Это 3-й тип спор ржавчины.

При созревании весной базидиоспоры отрываются от своих ножек и разносятся ветром. Прорастают базидиоспоры на барбарисе, который к моменту созревания базидиоспор уже образует листья. Попав на молодые листья барбариса, базидиоспоры быстро прорастают в одноядерный мицелий, который проникает через эпидермис в мякоть листа и там разрастается. На этом мицелии внутри листа барбариса образуются 2 органа спороношения: спермогонии



Рис. 124. Отрезки стебля пшеницы, пораженной линейной ржавчиной

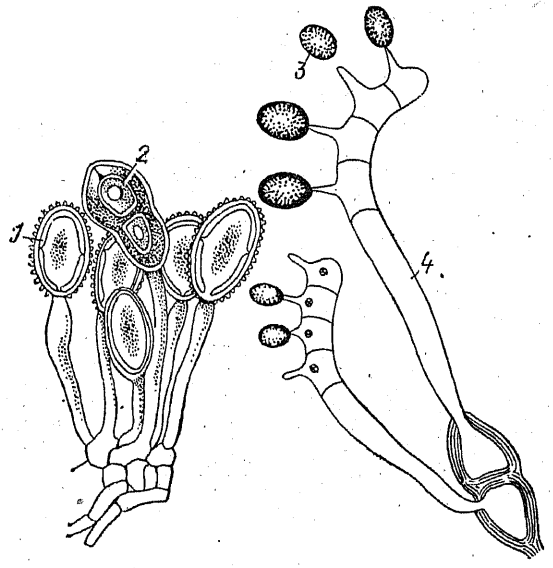


Рис. 125. Спороношения:
1 — уредоспора; *2* — телейтоспора; *3* — базидоспоры; *4* — фрагмобазидия

и эцидии. Спермогонии, или пикниды, имеют колбообразную форму. Они расположены в верхней стороне листа барбариса и погружены в палисадную ткань (рис. 126). В спермогониях образуется 4-й тип спор ржавчины — спермации, или пикноспоры.

На нижней стороне листа барбариса образуется 2-й тип органов спороношения — эцидии, которые представляют собой шаровидные вместилища. В них образуется 5-й тип спор линейной ржавчины — эцидиоспоры. К моменту созревания эцидиоспор эцидии раскрываются, принимают форму корзиночки, или урны, в которой споры расположены цепочками. Эцидии внутри покрыты слоем толстостенных клеток, которые носят название перидий, они образуют как бы оболочку эцидия. Из эцидиев созревшие эцидиоспоры разносятся ветром. Попадая на злаки, эцидиоспоры

прорастают и заражают весной всходы. Гифы проросшей эцидиоспоры через устьице проникают во внутренние ткани растения, здесь на разросшемся мицелии образуются летние споры, или уредоспоры.

Таким образом, при полном цикле развития линейная ржавчина образует 5 типов спор: базидиоспоры, спермации (пикноспоры), эцидиоспоры (весенние споры), уредоспоры (летние споры), телейтоспоры (осенние, или зимующие, споры).

Кроме барбариса, вторым растением-хозяином может быть у различных видов грибов и другое растение, например крушина слабительная, крыжовник и др.

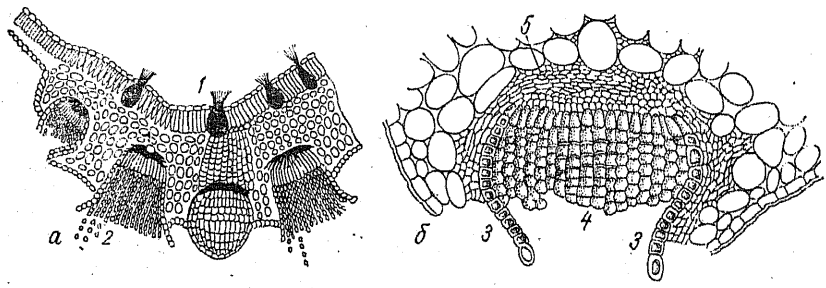


Рис. 126. Ржавчина:

а — разрез листа барбариса; *б* — разрез через зрелый открытый эцидий; *1* — спорогоний; *2* — эцидий; *3* — перидий; *4* — эцидиоспоры; *5* — сплетение гиф

Класс несовершенные грибы (Fungi imperfecti), или дейтеромицеты (Deuteromycetes). Этот класс хотя и объединяет свыше 30 тыс. видов, изучен еще далеко недостаточно. Для несовершенных грибов характерно отсутствие половых (совершенных) стадий: у них не образуется ни сумок, ни базидий; размножаются они только бесполым путем — конидиями. Поэтому этот класс и называется несовершенными грибами. В природе несовершенные грибы широко распространены. По образу жизни это сапрофиты или паразиты преимущественно высших растений. Из представителей этого класса чаще всего поражает растения гриб фузариум.

Род фузариум (Fusarium sp.) очень разнообразен. Многочисленные виды этого паразитирующего гриба вызывают у различных растений заболевание под названием фузариоз. Особенно сильно повреждает фузариум такие растения, как лен, хлопчатник, томаты, клевер, озимые злаки, картофель и др.

Характерный внешний признак пораженного фузариумом растения — увядание. Заболевание растения часто сопровождается появлением на нем ярко окрашенного спороношения.

У пораженных фузариозом растений льна сначала поникает верхушка, желтеют листья и стебли. Затем листья скручиваются, подсыхают, стебель буреет, коробочек не образуется. У клевера,

пораженного фузариозом, на корневой шейке появляется белый налет, шейка загнивает, растение сохнет и гибнет.

Заболевание, вызванное грибом фузариумом, проявляется в большей степени в сырую погоду.

Значение грибов. Грибы имеют огромное значение в природе и в жизни человека. Они, как и бактерии, очень быстро размножаются, обладают способностью разрушать сложные органические вещества до минеральных соединений и тем самым выполняют в природе вместе с бактериями очень важную роль в круговороте веществ.

В почве, особенно в верхних ее слоях, находится колоссальное количество грибов. В 1 г окультуренной почвы имеются миллионы микроскопических грибов. Грибы вместе с бактериями минерализуют и навоз. В порядке симбиоза определенные виды грибов образуют микоризы на корнях многих высших растений, что способствует лучшему росту растений.

Многие грибы являются паразитами. Болезни, вызванные ими, наносят очень большой вред дикорастущим и культурным растениям, а также и животным. Большое количество шляпочных грибов используется человеком в пищу — в свежем, сушеном, маринованном, засоленном виде. В различных районах нашей страны человек употребляет в пищу свыше 150 видов различных грибов. Но среди шляпочных грибов имеется много ядовитых. Такие грибы, как дрожжи, человек широко применяет в различных отраслях промышленности (винокуренной, спиртовой, пивоваренной, хлебопечении и др.). Широко используются некоторые грибы в медицине для приготовления антибиотиков, в этом отношении особое значение имеет гриб пеницилл, из которого приготавливают пенициллин.

Отдел лишайники

Общая характеристика. Лишайники (Lichenes) — это очень своеобразные в биологическом отношении низшие растения. Лишайник является сложным организмом, образующимся в результате симбиоза двух растений: гриба и водоросли.

Основную массу у слоевища лишайника составляет гриб, который своими гифами плотно переплетает клетки водоросли. Составные компоненты лишайника — гриб и водоросль — дополняют друг друга. Водоросли — автотрофные растения, содержащие хлорофилл и, следовательно, способные создавать органические вещества и снабжать ими гриб. Гриб же неспособен фотосинтезировать, но обладает способностью добывать воду и минеральные вещества и снабжать ими водоросль. Кроме того, гриб защищает водоросль от яркого освещения, сильного нагревания лучами солнца и высыхания.

Лишайник представляет собой не только безобидный полезный симбиоз двух растений, но и сложную форму паразитизма. Лишайник нельзя рассматривать как простое сочетание свойств двух его

компонентов, это живой организм, он обладает новыми качествами, поэтому и занимает определенное место в растительном мире.

Можно искусственно разделить лишайник на компоненты — гриб и водоросль — и выращивать каждый компонент отдельно. При этом водоросль обычно способна продолжать самостоятельное существование, а гриб, приспособившийся к выгодному для него сожительству, без водоросли развиваться самостоятельно не может и быстро погибает. Особенности строения лишайников были впервые описаны в 1867 г. русскими учеными А. С. Фаминцыным и О. В. Баранецким.

Лишайники отличаются очень медленным ростом. «Олений мох» за год дает прирост 2...3 мм.

Строение. Лишайники отличаются своеобразным строением слоевища. Часто их смешивают с другим отделом растений — мхами. От мхов лишайники отличаются отсутствием расчленения слоевища на листья и стебли, а также окраской. Обычно лишайники имеют серую или зеленовато-серую, желтую, оранжевую окраску и др. Типичная же зеленая окраска, свойственная мхам, у лишайников отсутствует. Часто слоевища лишайников имеют яркую окраску, которая обусловливается наличием в них разнообразных кислот.

По внешнему строению лишайники могут быть разделены на 3 группы: корковые (или накипные), листоватые и кустистые.

Корковые (или накипные) лишайники представлены наибольшим разнообразием, к ним относится большинство видов лишайников. Они характеризуются простым строением. Представители этой группы лишайников имеют вид корочек или налетов, плотно срастающихся с субстратом, на котором они живут и от которого отделяются с большим трудом. Субстратом для накипных лишайников служат кора деревьев, поверхность камней и скал. Эти лишайники считаются наиболее примитивными, они, по-видимому, дали начало другим лишайникам. Эти лишайники часто встречаются в виде желто-оранжевых пленок, пятен, штрихов на коре деревьев. Из этой группы лишайников часто встречается графис (Graphis sp.).

Листоватые лишайники имеют вид рассеченных пластинок, срастающихся с субстратом не очень плотно при помощи пучков гиф (ризин). К ним относится пармелия (Parmelia sp.), растущая на коре деревьев.

Кустистые лишайники имеют слоевища в виде ветвящихся кустиков; такие лишайники срастаются с субстратом только своим основанием. Представителем кустистых лишайников может служить вислянка, или бородатый лишайник (Usnea sp.), который растет во влажных лесах на ветвях деревьев в виде длинных свисающих кустиков. К этой группе лишайников относится и «дубовый мох» — эверния (Evernia prunastri Ach. E. furfuracea Mann.).

По характеру анатомического строения слоевища различают лишайники гомеомерные и гетеромерные. Г о м е о м е р н о е строение является более примитивным. При поперечном разрезе лишайника с гомеомерным строением слоевища можно видеть, что водоросли распределяются по всему слоевищу более или менее равномерно (рис. 127).

При г е т е р о м е р н о м строении слоевища различают 4 слоя: верхний коровой, гонидиальный, средний и нижний коровой (рис. 128). Верхний коровой слой представляет собой плотное переплетение гиф гриба. Под ним имеется слой из зеленых водорослей, называемый гонидиальным. Ниже гонидиального слоя располагается

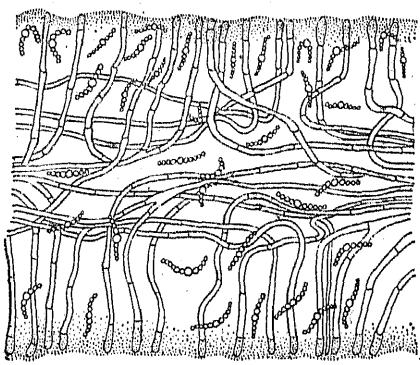


Рис. 127. Разрез гомеомерного лишайника

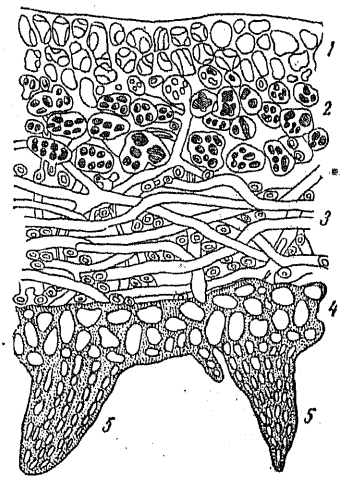


Рис. 128. Разрез гетеромерного лишайника:

1 — верхний коровой слой; *2* — гонидии; *3* — средний слой (гифы гриба); *4* — нижний коровой слой; *5* — ризины

средний слой, состоящий из рыхло переплетенных гиф гриба. Под этим слоем находится нижний слой, состоящий из плотно переплетенных гиф. От нижнего слоя отходят выросты — ризины, при помощи которых лишайник прикрепляется к субстрату.

Размножение. Лишайники способны размножаться несколькими способами. Оба компонента — гриб и водоросль — могут размножаться самостоятельно, независимо один от другого. Грибы образуют споры, из них развиваются гифы, которые с водорослями образуют новые экземпляры лишайников.

Более часто лишайники размножаются вегетативным способом — соредиями и изидиями. С о р е д и и — это микроскопически малые, пылевидные комочки, состоящие из одной или нескольких клеток водоросли, оплетенных гифами гриба. Образуются соредии в гонидиальном слое лишайника и через разрыв корового слоя выпадают

наружу в виде пыли. Отделившись от слоевища, соредии разрастаются и дают начало новой особи лишайника.

И з и д и и — выросты на верхней стороне слоевища. Они также состоят из гриба и водоросли, в определенный период развития отламываются, разносятся водой или ветром, прорастают и дают начало новой особи лишайника.

Классификация. Существует около 20 тыс. видов лишайников. Классификация лишайников основывается главным образом на признаках гриба; принимаются во внимание также особенности строения слоевища. Обычно лишайники подразделяются на 2 класса: сумчатые лишайники, в состав которых входит сумчатый гриб, и базидиальные, в состав которых входит базидиальный гриб. Из класса сумчатых лишайников наибольшее распространение имеет кустистый олений л и ш а й н и к (Cladonia rangiferina Web.), известный под неправильным названием «олений мох» (рис. 129). Он произрастает в суровых условиях тундры на огромной территории, имеет вид небольших серых кустиков 6...12 см высоты. Этот вид кустистого лишайника вместе с другими близкими видами является прекрасным кормом для оленей. Содержит в сухом веществе: углеводов — около 90%, протеина — свыше 4%, жира — 2,5%, а золы — около 6%.



Рис. 129. Кустистый лишайник «олений мох»

Распространение и экология. Лишайники чрезвычайно чувствительны к чистоте воздуха, они не выносят малейших примесей сернистых газов и поэтому отсутствуют в крупных промышленных городах. Они способны выносить очень высокие (до 60° С) и низкие (до —60° С) температуры. Лишайники широко распространены в тундре, высоко в горах на голых скалах. Предпочитают неподвижный субстрат, растут на деревьях (главным образом с северной стороны), камнях, заборах, стенах.

Лишайники хорошо переносят засуху и при первом же дожде быстро оживают. Все питание получают из воздуха, атмосферных осадков и пыли. Они встречаются на субстратах, которые не могут быть заселены другими растениями. Здесь они являются пионерами растительности. Вслед за ними поселяются другие растения.

Происхождение. В образовании лишайников принимают участие главным образом представители сумчатых грибов, реже базидиаль-

ных. Из водорослей в состав лишайников входят зеленые или синезеленые.

Эволюция лишайников проходила главным образом в изменении таллома, в направлении увеличения его ассимилирующей поверхности. Более древними, примитивными формами считаются накипные лишайники, а более совершенными — кустистые, которые обладают бо́льшей ассимилирующей поверхностью.

Значение лишайников. Произрастая в очень неблагоприятных условиях (на камнях, скалах), лишайники разрушают каменный субстрат благодаря выделению особых кислот.

В суровых условиях тундры «олений мох» часто является единственным кормом для больших табунов северного оленя. Зимой олени добывают себе этот корм на пастбищах из-под снега. В Мурманской области ягель скармливают коровам и овцам. В Исландии на корм оленям используется другой вид лишайника, произрастающий здесь и известный под названием «исландский мох». В полупустынях и пустынях Азии и Африки распространены «кочующие" лишайники». Такие лишайники лежат свободно на поверхности почвы в виде мелких комочков и легко переносятся ветром на большие расстояния. Эти лишайники местное население употребляет в пищу. Мелкие, легко передвигающиеся при помощи ветра лишайники иногда называются «лишайниковой манной».

Некоторые виды лишайника используются для приготовления красок, лакмуса.

Отдел моховидные

Общая характеристика. Моховидные (Bryophyta) имеют некоторые приспособления к наземному образу жизни и в то же время у них сохранились черты водных растений. В большинстве случаев моховидные слабо приспособлены к обитанию на сухих местах, они растут в среде с повышенной влажностью — на болотах, в лесах, на сырых лугах. Существуют виды, которые растут только в воде. Моховидные являются автотрофными растениями.

Среди высших растений моховидные отличаются наиболее простым строением. Тело большинства представителей расчленено только на стебли и листья, а корней у них нет. Отсутствуют у них сосудисто-проводящие пучки. Всасывание воды и прикрепление к субстрату осуществляется ризоидами — выростами эпидермиса. По своему строению и образу жизни моховидные являются как бы связывающим звеном между низшими и высшими растениями.

Моховидные не достигают больших размеров, максимальная высота их 20...40 см.

Размножаются моховидные бесполым, половым и вегетативным способами. Спора, прорастая, образует протонему в виде зеленой нити. Часто эта нить разветвляется, напоминая зеленые водоросли. От протонемы водорослей протонема моховидных отличается расположением перегородок: у водорослей перегородки расположены

перпендикулярно к стенкам клеток, а у протонемы моховидных — косо. Протонема представляет собой начальную стадию развития, из нее развивается взрослое растение.

Половое размножение у моховидных связано с образованием архегониев и антеридиев. Характерной особенностью в цикле развития всех представителей этого отдела является преобладание полового поколения (гаметофита) над бесполым (спорофитом). Гаметофит у моховидных более развит и несет на себе спорофит, который ведет полупаразитический образ жизни за счет гаметофита. Спорофит через специальную присоску получает от гаметофита воду и частично питательные вещества, но одновременно спорофит способен фотосинтезировать, так как содержит хлорофилл.

Вегетативное размножение осуществляется у моховидных специальными выводковыми почками, подземными побегами, участками вегетативного тела.

Моховидные широко распространены. В Арктике они встречаются у самой границы распространения растительности, а в горных областях поднимаются высоко в горы. Они могут расти на неплодородных участках, где выживают лишь немногие растения, часто растут на деревьях, предпочтительно с северной стороны нижней части ствола, некоторые представители легко переносят засуху.

Моховидные произошли от зеленых или бурых водорослей. При прорастании спор у них развивается ветвистая зеленая нить — протонема, которая напоминает нитчатые водоросли. Половой процесс осуществляется только в водной среде. Наиболее примитивными считаются печеночные мхи, а более высокоорганизованными — листостебельные мхи.

Классификация. Моховидные объединяют свыше 22 тыс. видов и подразделяются на 3 класса. Рассмотрим из них 2 класса — печеночные мхи, или печеночники, и листостебельные мхи.

Класс печеночники, или печеночные мхи (Marchantiopsida, или Hepaticopsida). Для представителей этого класса характерно дорсовентральное строение гаметофита (вегетативного тела), у которого верхняя сторона всегда отличается от нижней. Слоевище чаще имеет форму пластинки, вильчато разветвленной, но не расчлененной на стебель и листья. В качестве представителя этого класса разберем маршанцию.

Маршанция, или печеночница (Marchantia polymorpha L.), — наиболее распространенный представитель из класса печеночников. Слоевище его имеет вид лопастной зеленой пластинки, не расчлененной на стебель и листья. Внизу слоевища находятся в большом количестве ризоиды.

Маршанция — растение раздельнополое. На одних особях (мужских) возникают своеобразные выросты в виде восьмилопастных дисков, сидящих на ножках. Это мужские подставки (рис. 130). На вертикальном разрезе через диск такой подставки у верхней его поверхности заметны полости, расширяющиеся внутрь

ткани диска. В каждой полости находится 1 антеридий. Внутри него образуются двужгутиковые сперматозоиды.

Другие особи (женские) образуют выросты, имеющие ножку, несущую многолучевую звезду. Это женские подставки. На продольном разрезе через такую звезду видны группы архегониев, сидящих между лучами (рис. 131). Слоевища маршанции с развитыми архегониями и антеридиями являются половым поколением — женским и мужским гаметофитами.

Процесс оплодотворения происходит тогда, когда подставки бывают еще очень короткие и небольшой слой воды (после дождя или во время росы) обеспечивает передвижение сперматозоидов



Рис. 130. Маршанция:
а — мужской гаметофит; *б* — женский гаметофит

к женским растениям. К моменту оплодотворения в шейке архегония канальцевые клетки лишаются оболочки, и канал заполняется слизистой массой. Через этот канал сперматозоиды и проникают к яйцеклетке. Оплодотворенная яйцеклетка разрастается у маршанции в диплоидный спорофит, который имеет специальное название — спорогоний. По размерам он значительно меньше гаметофита.

Развитый спорогоний состоит из короткой ножки, верхушка которой заканчивается круглой коробочкой. Спорогоний развивается на гаметофите и питается за счет его. Внутри коробочки спорогония в результате редукционного деления образуются гаплоидные споры и специальные нитевидные, со спиральным утолщением клетки, затем превращающиеся в пружинки. Эти пружинки при созревании спор способствуют их рассеиванию. Спора, попав в благоприятные условия, прорастает и образует протонему, которая затем разрастается в пластинкообразное слоевище маршанции, т. е. ее половое поколение — гаметофит. Споры маршанций физиологически различны, поэтому из одних развивается женский гаметофит, а из других — мужской.

Маршанция может размножаться и вегетативным путем. На верхней стороне слоевища образуются выводковые почечки, которые развиваются в специальных выводковых корзиночках.

Произрастает маршанция главным образом в сырых местах — в лесу, на торфяных болотах, по берегам канав и ручьев. Какого-либо практического значения маршанция не имеет.

Класс листостебельные мхи, или собственно мхи, или бриопсиды (Bryopsida, или Musci). Растения этого класса имеют хорошо выраженное расчленение тела на стебель и листья. Рассмотрим 2 подкласса — бриевые и сфагновые.

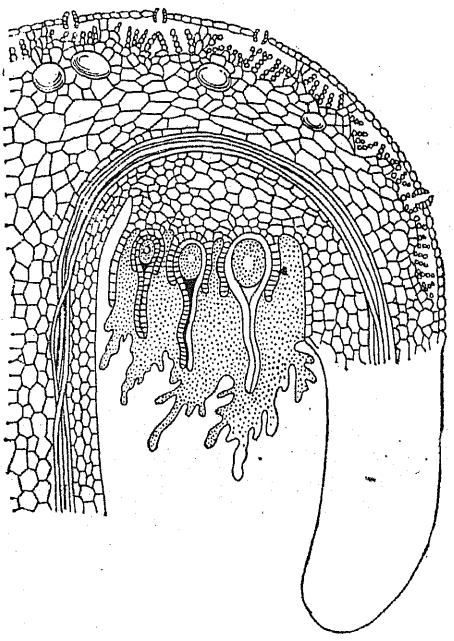


Рис. 131. Женская подставка маршанции с архегониями в разрезе

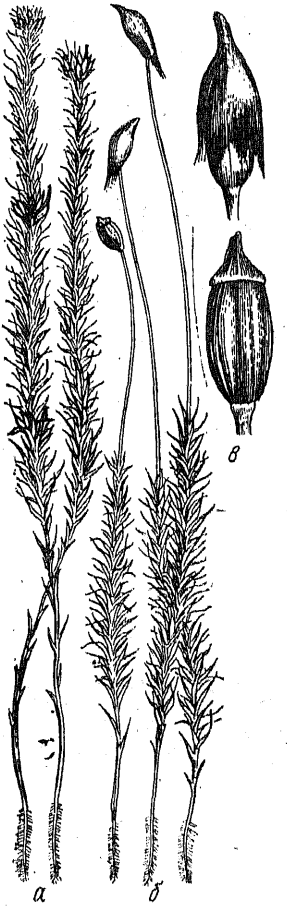


Рис. 132. Мох кукушкин лен:
а — мужские растения; *б* — женские растения со спорогониями; *в* — спорогоний

Подкласс бриевые (Bryidae). Наиболее многочисленный и полиморфный. Характерным представителем является мох кукушкин лен (Polytrichum commune L.). У него тонкий, округлый, красноватого цвета стебель, высотой 20...40 см и

узкие мелкие плотно сидящие зеленые листья. Корни отсутствуют, но хорошо развиты ризоиды в виде длинных нитей (рис. 132).

Размножается кукушкин лен спорами. У него хорошо выражена смена поколений. Это раздельнополое растение и, следовательно, имеется 2 гаметофита: мужской и женский. Половые органы образуются на верхушке стеблей, между верхушечными листьями. Мужские экземпляры (мужские гаметофиты) кукушкина льна имеют характерное густое расположение листьев на верхушке стеблей и красноватую окраску. Здесь формируются антеридии, в которых развиваются сперматозоиды с 2 жгутиками.

Архегонии расположены на верхушке стебля женского растения (женского гаметофита), которое в отличие от мужского не заканчивается розеткой из красноватых листьев.

Оплодотворение происходит ранней весной, когда низкие места, на которых произрастают мхи, заливаются водой. Один из сперматозоидов проникает в яйцеклетку через слизистый канал шейки архегония и оплодотворяет ее. После оплодотворения яйцеклетки из зиготы вырастает спорофит в виде длинного тонкого стебелька, заканчивающегося коробочкой сложного строения — спорогония.

Коробочка спорогония имеет удлиненный с заостренным концом колпачок. Колпачок (калиптра) — это верхняя измененная часть архегония. Под колпачком находится крышка коробочки. Внутри коробочки имеется центральный стержень — колонка, к ней прикрепляется споровый мешок, в котором развиваются споры. Вначале споры соединены в тетрады. Перед созреванием тетрады распадаются на отдельные споры. У коробочки сначала опадает колпачок, затем крышечка. Коробочка заканчивается зубчиками, в сухую погоду они отгибаются наружу и тем самым открывают выход зрелым спорам. Споры по внешнему строению одинаковы, но имеют физиологические различия.

Спора, опадая на землю, при наличии достаточного количества влаги прорастает, образуя протонему, или предросток. Протонема состоит из тонких ветвистых нитей, клетки которых заполнены хлорофиллом. Протонема, разрастаясь, образует почки, из которых вырастают растения кукушкина льна, причем одни протонемы образуют только мужские, а другие — только женские растения. У кукушкина льна, как и других моховидных, гаметофит преобладает над спорофитом.

Мох кукушкин лен — растение многолетнее. После освобождения антеридий от сперматозоидов растения мужских экземпляров не гибнут; они продолжают расти, надземная часть к зиме отмирает, а весной отрастает от корневищ, и на верхушке растений снова образуются антеридии. Перезимовывают подземные части и женские экземпляры.

Кукушкин лен широко распространен во влажных лесах, лугах, иногда на полях лесной зоны, где часто образует густые заросли.

Практического значения кукушкин лен, по существу, не имеет. Его иногда используют в качестве подстилки в животноводстве.

Подкласс сфагновые (Sphagnidae). Характерным представителем является торфяной мох.

Торфяной мох, или сфагнум (Sphagnum sp.) объединяет около 300 очень трудноразличимых видов.

Сфагнум иначе называется белым мхом, так как в сухом состоянии он имеет слабо-желтоватую, почти белую окраску. На торфяных болотах с сильным увлажнением сфагнум образует очень густой сплошной покров.

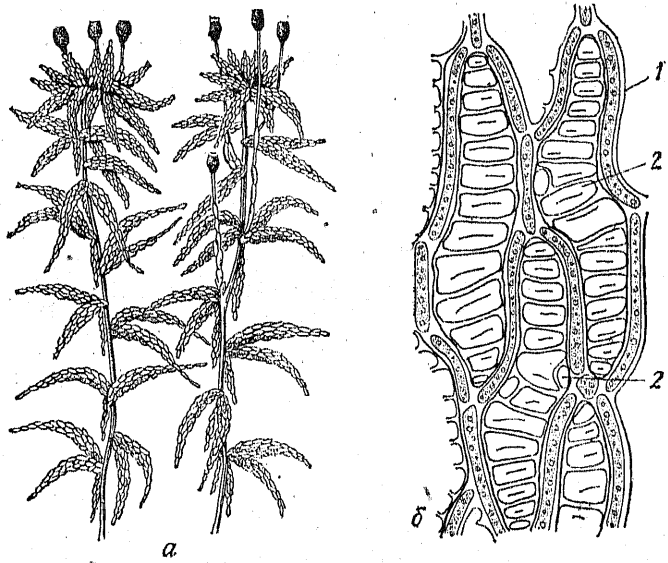


Рис. 133. Торфяной мох сфагнум:

а — общий вид; *б* — водоносные клетки в листе; *1* — хлорофиллоносные клетки; *2* — утолщения стенки водоносной клетки

Сфагнум состоит из довольно длинного (10...12 см), тонкого, сильно разветвленного, слабого стебелька, покрытого мелкими листьями (рис. 133). Корней и ризоидов сфагнум не имеет. Растет он своей верхушкой, и по мере роста нижняя часть его стеблей отмирает.

Листья состоят из двух типов клеток: хлорофиллоносных и водоносных, которые различны по своему строению. Хлорофиллоносные клетки узкие и длинные, заполнены хлорофилловыми зернами и способны ассимилировать. Это живые хлорофиллоносные клетки. Между узкими живыми клетками расположены крупные, овальной формы мертвые — водоносные — клетки с утолщенными стенками и крупными порами. Они заполнены водой, поступающей в них через поры. При высыхании такие клетки испаряют воду и заполняются воздухом, отчего мох приобретает белую окраску. При смачивании сухого растения эти клетки, как губка, очень

быстро всасывают воду. Водоносные клетки занимают примерно $^2/_3$ листа. Сфагнум благодаря наличию водоносных клеток поглощает большое количество воды, в 30... 40 раз больше его сухой массы.

Сфагновый мох — обоеполое растение; архегонии и антеридии у него образуются на одном экземпляре, но на разных веточках. Процесс оплодотворения происходит ранней весной, когда сперматозоиды передвигаются к архегониям по воде. Из оплодотворенной яйцеклетки вырастает спорофит. Он представляет собой шаровидную коробочку, сидящую на ножке и имеющую крышечку. Споры из коробочки попадают на почву, где из них вырастает протонема с ризоидами, которых нет у взрослого растения. В дальнейшем протонема разрастается во взрослое растение мха.

Сфагновый мох встречается в большом количестве в лесной зоне СССР и особенно в северной и западной частях ее, где местами образует огромные сфагновые болота. В течение многих тысяч лет за счет отмерших нижних частей стеблей мха происходит постепенное отложение большого количества органической массы, из которой образуется торф.

Отдел псилофитовидные

Отдел псилофитовидные (Psilotophyta) представлен всего одним классом — псилотопсиды (Psilotopsida). Представители этого класса — небольшая группа растений, ныне живущих в Австралии, Новой Зеландии и других прилегающих районах тропиков и субтропиков. Некоторые представители этого отдела являются эпифитами; они поселяются на стволах тропических древесных растений, используют их как место прикрепления, но питаются самостоятельно.

Стебель ребристый, покрыт чешуевидными придатками. Спорангии крупные, двойные. Гаметофит ведет подземный образ жизни. Сперматозоиды многожгутиковые.

Корней растения не имеют, вместо них у псилотопсидов имеются корневищеподобные образования, покрытые ризоидами.

В настоящее время псилотопсиды не имеют практического значения. Изучение их в ботанике представляет интерес главным образом как связующего звена между существующими низшими и высшими растениями. Некоторые ботаники считают, что представители этого отдела являются первенцами сухопутных растений.

Отдел плауновидные

Плауновидные (Lycopodiophyta) — очень древняя группа растений; в каменноугольный период были представлены мощными древовидными растениями (до 30 м высоты), широко распространенными на суше. В то время плауновидные образовывали огромные лесные массивы. Позднее все разнообразие древесных плауновидных

совершенно вымерло, и в настоящее время этот отдел представлен только травянистыми растениями.

Плаун булавовидный (Lycopodium clavatum L.) относится к семейству плауновые (Lycopodiaceae). Вечнозеленое травянистое растение высотой до 70 см и больше; имеет длинный, дихотомически разветвленный ползучий стебель с мелкими, густо расположенными линейными листьями (рис. 134).



Рис. 134. Плаун булавовидный:

а — часть растения с корнями и парой спороносных колосков на вильчатораздельных веточках; *б* — спорослистик (спорофилл) колоска со спорангием; *в* — споры

С нижней стороны стелющихся стеблей формируются тонкие придаточные корни. Такое растение представляет собой спорофит плауна. Размножается при помощи спор. Спорангии образуются обычно на верхних листьях спороносных колосков. Эти листья являются видоизмененными и носят специальное название — спорофиллы. Они мельче обычных ассимилирующих листьев плауна, имеют желтоватую окраску и своеобразную треугольно-яйцевидную форму, на верхней стороне спорофиллы несут по одному спорангию почковидной формы.

На конце стебля обычно развиваются 2 торчащих вверх спороносных колоска, которые сидят на длинных тонких ножках. Споры морфологически и физиологически одинаковые.

Из проросшей споры плауна образуется небольшой гаметофит — заросток. Форма заростка у различных видов плауна неодинакова. Чаще он имеет форму мелкого клубня с ризоидами, у большинства видов он образуется под землей, питается гетеротрофно и очень медленно развивается. На верхней части гаметофита формируются в большом количестве архегонии и антеридии, которые по строению сходны с таковыми у моховидных. После оплодотворения яйцеклетки из зиготы на гаметофите развивается зародыш, который разрастается в самостоятельное растение — плаун (спорофит). Плаун булавовидный растет в различных зонах земного шара, но большее разнообразие его сосредоточено в тропиках; в СССР часто растет в сыроватых хвойных и березовых лесах.

Споры плауна используют в технике (при точных отливках) и медицине. В прошлом плауновидные имели большое значение в образовании на Земле залежей каменного угля.

Отдел хвощевидные

Для хвощевидных (Equisetophyta) характерно строение стебля, который расчленен на отдельные междоузлия (членики) с хорошо выраженными узлами и мутовчато расположенными в узлах мелкими листьями клиновидной формы.

Отдел хвощевидные объединяет 3 класса: гиениевые (Hyeniopsida), клинолистовые (Sphenophyllopsida) и хвощовые (Equisetopsida). Два первых класса представлены вымершими растениями. Остановимся на живущих в настоящее время представителях из класса хвощовые.

Хвощ полевой (Equisetum arvense L.) — многолетнее травянистое растение, часто встречающееся на полях как сорняк. Особенно распространен хвощ в лесной зоне СССР.

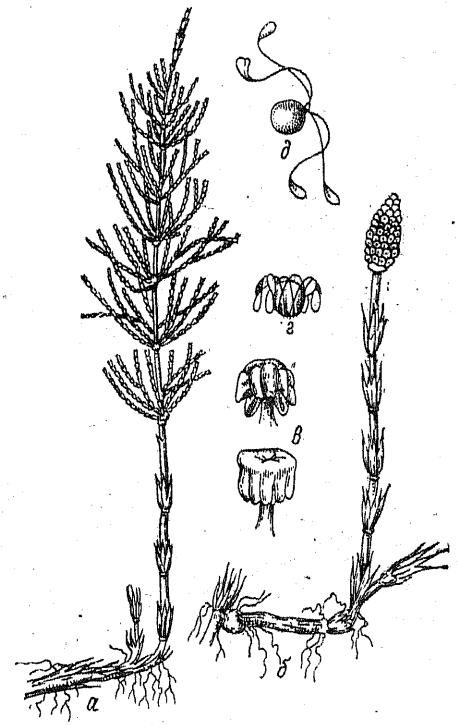


Рис. 135. Хвощ полевой:

а — вегетативный побег; *б* — спороносный побег; *в* — спорофиллы колоска со спорангиями; *г*, *д* — споры с элатерами

Развитие хвоща довольно своеобразно. За лето он образует 2 типа побегов, внешне резко отличающихся между собой. Ранней весной появляются бледно-зеленые, с буроватым оттенком низкорослые растения (8...12 см высоты). Стебли весенних побегов прямостоячие, сочные, неветвистые, расчлененные на резко выраженные узлы и междоузлия. Листья мелкие, узкие, заостренные, сросшиеся своими основаниями в трубку, расположены мутовками. Верхушка такого стебля заканчивается спороносным колоском (рис. 135), а имеющий булавовидную форму побег называется спороносным, или весенним. Он является частью бесполого поколения хвоща — спорофита.

Спороносный колосок хвоща состоит из видоизмененных листьев — спорофиллов, которые имеют форму многогранной пластинки в виде щитка на короткой ножке. На этих видоизмененных листьях образуются спорангии, а в них — споры.

Споры у хвоща внешне одинаковые, но физиологически неравнозначны: одни споры прорастают в мужской, другие — в женский

заросток. Мужской заросток бывает меньше, женский — крупнее. На мужском заростке образуются антеридии, на женском — архегонии.

Спора хвоща имеет 3 оболочки. Наружная оболочка не сплошная, а состоит из двух лент, закрученных вокруг споры спиралью. Эти ленты носят специальное название — элатеры, или пружинки. Прикреплены они к споре в одном месте и имеют 4 конца. Элатеры очень гигроскопичны, т. е. легко впитывают влагу. В сырую погоду пружинки плотно закручены вокруг споры, а в сухую погоду они раскручиваются и тем самым способствуют распространению спор во время их созревания. Из проросших спор развиваются гаметофиты (заростки).

После созревания и осыпания спор весенние спороносные побеги хвоща отмирают, а вместо них образуются летом из этого же корневища другие светло-зеленые побеги спорофита, называемые вегетативными. По своему строению вегетативные побеги резко отличаются от спороносных побегов. Они сильно ветвятся, ветви расположены на стебле мутовчато и покрыты редуцированными чешуйчатыми листьями. На вегетативных побегах споры не образуются, их функция иная: они осуществляют процесс фотосинтеза. Стебли ребристые, полые, заполнены только в узлах. Оболочка клеток эпидермиса хвоща содержит большое количество кремнезема, поэтому стебли хвоща очень жесткие. При рассмотрении стебля создается впечатление, что он состоит из отдельных кусочков-члеников, как бы вставленных друг в друга.

Кроме хвоща полевого, в лесах и по лугам растут в большом количестве и другие виды хвоща: лесной, луговой, болотный и др. Известно около 25 видов, некоторые из них широко распространены по земному шару. В СССР произрастает свыше 10 видов.

Большого практического значения хвощи не имеют, хотя некоторые виды (хвощ пестрый, хвощ камышковый) являются довольно ценными кормовыми растениями для северных оленей. В агрономической практике хвощи рассматриваются как злостные сорняки, а иногда как вредные и ядовитые для животных растения лугов и пастбищ.

Отдел папоротниковидные

Наивысшего расцвета папоротниковидные (Polypodiophyta) достигли в каменноугольный период, когда занимали на суше огромные территории и были широко распространены по всему земному шару.

Они были представлены большим разнообразием форм, в том числе мощными древовидными папоротниками. В настоящее время папоротниковидные сохранились главным образом в виде травянистых растений. Древовидные папоротники произрастают в небольшом количестве только в тропиках. Очень немногие представители этого отдела являются водными растениями.

Папоротниковидные произошли от псилофитовидных, в эволюции их проявляется макрофиллия (крупнолистность). Первичные папоротники не имели развитых листьев.

В цикле развития папоротниковидных явно стал преобладать спорофит, который хорошо развит; гаметофит же морфологически, наоборот, сильно редуцирован, особенно у разноспоровых папоротников.

Дальнейшая эволюция папоротниковидных шла именно в направлении еще большей редукции гаметофита, спорофит же развивался очень сильно, что способствовало появлению семенных папоротников, у которых оплодотворение яйцеклетки и дальнейшее развитие зиготы и зародыша происходили непосредственно на спорофите. Семенные папоротники в настоящее время вымерли, они являются родоначальниками более высоко организованных растений — голосеменных.

В настоящее время папоротниковидные не имеют существенного практического значения, их используют как лекарственные (глистогонные), декоративные, редко как пищевые (в пищу употребляют молодые побеги). В далеком же прошлом папоротники совместно с другими растениями образовывали огромные леса, в частности на Шпицбергене и Новой Земле, где благодаря им образовались залежи каменного угля.

Отдел папоротниковидные объединяет 7 классов, в которые входят вымершие и ныне живущие папоротники. Рассмотрим представителя 7-го класса, который объединяет современные папоротники.

Класс полиподиопсиды (Polypodiopsida). Объединяет современные папоротники, история уходит в далекое прошлое. Это преимущественно многолетние, очень редко однолетние растения, которые по величине сильно варьируют (от очень мелких до очень крупных). Представителем класса является мужской папоротник.

Мужской папоротник, или щитовник мужской (Dryopteris filix-mas Schott), — многолетнее травянистое растение, не имеющее надземного стебля, но с хорошо развитым толстым корневищем, на котором развиваются придаточные тонкие корни.

Листья образуются на верхушке корневища. В молодом возрасте они закручены улиткообразно и по мере роста развертываются; листья крупные, до 1 и даже 1,2 м длины, двоякоперисторассеченные, с довольно длинным черешком, покрытым узкими чешуйками коричневого цвета. Черешок переходит в ясно выраженную центральную жилку листа. Листья папоротника имеют стеблевое происхождение. Они образовались в результате срастания верхних ветвей в одной плоскости. Такое явление носит название фасциации. Растут они не основанием, как у цветковых растений, а верхушкой, как стебель, и имеют специальное название вай.

То, что мы обычно называем папоротником, т. е. растение с крупными листьями, представляет собой бесполое поколение (спорофит). На нем образуются спорангии со спорами.

У мужского папоротника хорошо выражена смена полового и бесполого поколения. Бесполое поколение — спорофит — значительно преобладает над половым поколением — гаметофитом.

Размножается папоротник главным образом спорами. В середине и к концу лета на нижней стороне листа папоротника образуются

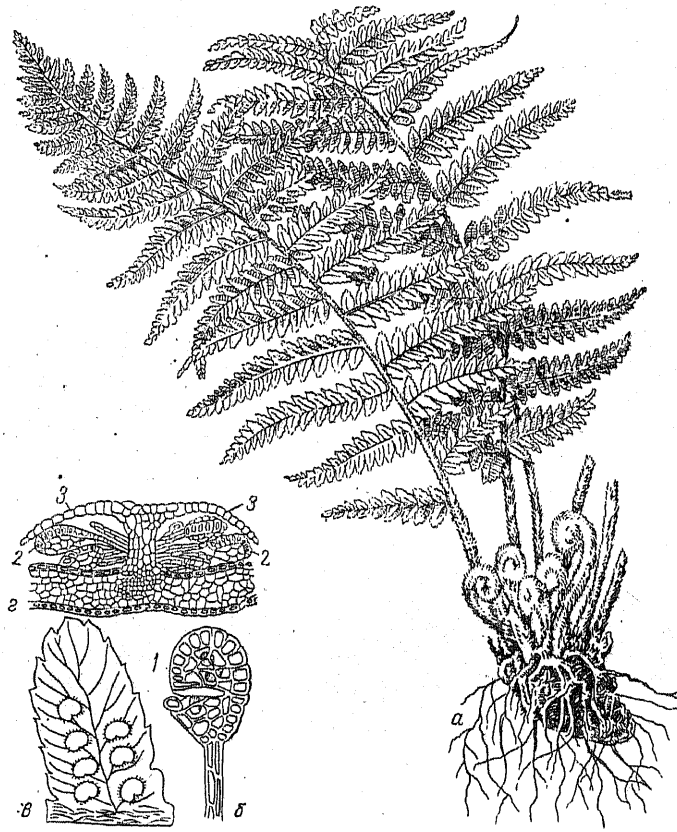


Рис. 136. Щитовник мужской:

а — взрослое растение (спорофит) с улиткообразно закрученными молодыми листьями; *б* — спорангий; *в* — часть листа с сорусами, прикрытыми покрывальцами; *г* — поперечный разрез соруса; *1* — споры; *2* — спорангии; *3* — покрывальце

в большом количестве органы спорообразования — спорангии, которые сидят всегда пучками, или кучками. Эти кучки называются с о р у с а м и (рис. 136). Сорус покрыт сверху покрывальцем. Это покрывальце сидит на подставке, и края его не прилегают плотно к поверхности листа. В каждом сорусе развивается несколько спорангиев. Внешне спорангий имеет форму округло-овальной, сплюснутой коробочки и сидит на тонкой ножке, которой он прикрепляется к особому выросту листа (плаценте).

Созревшие спорангии вскрываются с помощью механического кольца, расположенного по окружности спорангия. Клетки кольца имеют утолщенные стенки и прочно соединены между собой. При подсыхании клеток происходит сокращение всего механического кольца, спорангий разрывается, и споры с силой выбрасываются. Спора округлой формы, имеет двойную оболочку: наружную (экзину) толстую и внутреннюю (интину) тонкую. У папоротника мужского споры одинаковые, из них развиваются обоеполые заростки, каждый из которых несет архегонии и антеридии.

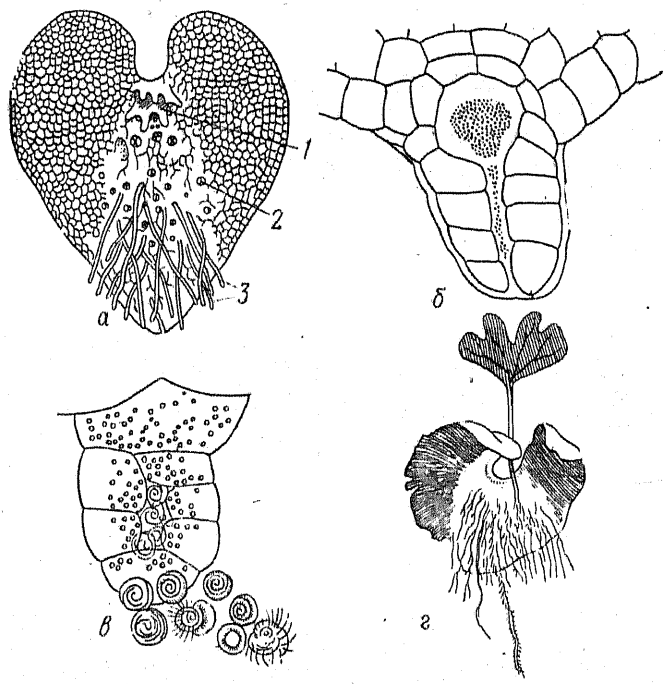


Рис. 137. Заросток (гаметофит) папоротника:

а — заросток снизу; *б* — архегоний; *в* — вскрывшийся антеридий и сперматозоиды; *г* — молодой папоротник, развившийся из оплодотворенной яйцеклетки архегония; *1* — архегоний; *2* — антеридий; *3* — ризоиды

Спора, попадая в благоприятные условия, прорастает, из нее образуется зеленая пластиночка сердцевидной формы, очень малого размера — с 10-копеечную монету, которая называется з а р о с т к о м (рис. 137). Заросток — это половое поколение (гаметофит) папоротника. На нижней стороне заростка развиваются ризоиды и половые органы папоротника: женские — архегонии и мужские — антеридии.

Архегоний папоротника, как и у большинства высших споровых растений, имеет форму колбочки с расширенным основанием —

брюшком. Антеридии — мелкие тельца в виде мешочков. Внутри антеридия из сперматогенных клеток образуется большое количество сперматозоидов со жгутиками, которые способствуют передвижению сперматозоидов в воде. При созревании антеридий лопается, обычно это происходит либо во время дождя, либо при большой росе. При помощи воды сперматозоиды переносятся к архегонию. Один из сперматозоидов проникает через канал шейки к яйцеклетке и оплодотворяет ее, в результате чего образуется зигота, которая покрывается оболочкой, и тем самым прекращается доступ для других сперматозоидов. Из зиготы образуется зародыш папоротника, первый лист которого не имеет еще расчлененной пластинки. Этот зародыш первое время питается за счет заростка, на котором он растет. Затем у зародыша папоротника развиваются корни, стебелек, листья, и он начинает питаться самостоятельно, а заросток погибает. В дальнейшем из зародыша папоротника вырастает настоящий папоротник, т. е. бесполое поколение — спорофит. Цикл развития папоротника представлен на рис. 99.

Папоротник, несмотря на его сложное строение, еще не отошел полностью от водного образа жизни, который был свойствен его дальним предкам, так как процесс оплодотворения (передвижение сперматозоидов) у него происходит только при помощи воды.

Мужской папоротник — наиболее широко распространенный в настоящее время вид папоротников. Ареал его очень велик — от Гренландии до Средиземного моря, широко распространен и в горных лесах.

Кроме мужского папоротника, в лесах растут многие другие виды папоротников — орляк обыкновенный, женский папоротник и др. В общей сложности папоротников насчитывается около 10 тыс. видов. Существуют и водные папоротники. Наибольшее разнообразие папоротников сосредоточено в зоне тропиков.

Отдел голосеменные

Общая характеристика. В конце каменноугольного периода на Земле климат изменился в сторону сухости и похолодания, что вызвало значительные изменения в растительном мире. Большинство папоротниковидных вымерло, их заменили голосеменные растения, которые оказались более приспособленными к новым суровым условиям.

Характерной отличительной особенностью голосеменных (Pinophyta, или Gymnospermae) является то, что семена и семяпочки лежат у них открыто на семенных чешуях (мегаспорофиллах), а не заключены в плод, как у покрытосеменных. Поэтому они и называются голосеменными. Наличие у голосеменных семян с зародышем характеризует этот отдел растений как более приспособленный к наземному образу жизни.

Большинство голосеменных относится к древесным или кустарниковым, вечнозеленым растениям. Травянистых растений среди

голосеменных нет. Для представителей этого отдела растений характерно наличие моноподиального способа ветвления. Голосеменные отличаются от своих предшественников — папоротников — и по строению листьев. Папоротники, как уже отмечалось, имеют небольшое количество, но очень крупных листьев с большой испаряющей поверхностью, большинство же современных голосеменных характеризуется наличием мелких листьев, чаще всего в виде иголок (хвоинок). Только вымершие виды голосеменных и небольшая группа представителей более древних, поныне живущих голосеменных (саговники), имеют крупные листья. Листья-иглы существуют от 2 до 5 лет и опадают ежегодно только частично, поэтому дерево кажется вечнозеленым. Существуют голосеменные, у которых листья-хвоя опадают ежегодно (лиственница).

Голосеменные отличаются своеобразным анатомическим строением древесины, которая заполняет почти всю массу ствола, тогда как сердцевина у них развита слабо и кора очень тонкая. В отличие от проводящей системы покрытосеменных проводящая система древесины голосеменных состоит только из трахеид и не имеет сосудов.

Размножаются голосеменные преимущественно семенами и очень редко вегетативно. Процесс оплодотворения у них значительно усложнен. У более древних представителей голосеменных (саговники, гинкго) оплодотворение женских клеток происходит сперматозоидами, которые имеют жгутики, но передвижение их происходит не в воде, а в жидкости особой пыльцевой камеры. В процессе же эволюции у большинства представителей голосеменных (сосна, ель, кедр, кипарис и др.) сперматозоиды заменяются спермиями, которые утрачивают жгутики. Они пассивно передвигаются к яйцеклетке пыльцевыми трубками. Такой процесс оплодотворения голосеменных является результатом лучшего приспособления к наземному образу жизни, при котором растения не всегда располагают водой, необходимой для переноса сперматозоидов.

У голосеменных имеется также чередование двух поколений — бесполого (спорофита) и полового (гаметофита). Преобладает спорофит — само растение. Половое поколение — гаметофит — у голосеменных еще в большей степени редуцировано, чем у их предшественников — папоротников. У голосеменных различают женский и мужской гаметофиты. Женский гаметофит развивается из мегаспоры внутри особых органов — семяпочек, являющихся видоизмененными мегаспорангиями. Он состоит из заростка и 2...3 архегониев. Мужской гаметофит представляет собой проросшую микроспору и в отличие от предшествующих высших споровых растений совершенно лишен антеридиев.

Голосеменные широко распространены в северной части земного шара. Представители этого отдела — хвойные (сосна, ель, пихта и др.) образуют огромные лесные массивы в северной части СССР, а на юге — в горах Кавказа, Средней Азии, Урала.

Голосеменные, отличаясь большим разнообразием, не представляют собой единую по происхождению группу растений. Эволюция их шла в двух направлениях — мегафиллии и микрофиллии, поэтому отдел голосеменные делится на 2 группы: мегафилльные (крупнолистные) и микрофилльные растения. Первая из них объединяет более древние голосеменные — саговники, семенные папоротники, беннеттитовые; она отличается мегафиллией, т. е. наличием крупных перистых листьев, которые внешне сходны с листьями папоротников. Эта мегафилльная группа растений, по-видимому, произошла от папоротниковидных предков. Вторая группа голосеменных характеризуется микрофиллией — наличием мелких листьев; она объединяет кордаиты, гинкговые и хвойные. Предками этой группы считаются древнейшие вымершие представители голосеменных.

Классификация. Отдел голосеменные объединяет несколько классов, из которых рассмотрим 3: саговниковые, шишконосные и гнетовые.

Класс саговниковые (*Cycadophyta*). Характеризуется крупнолистностью. Объединяет 3 порядка: семенные папоротники, саговники и беннеттитовые.

1. Порядок семенные папоротники (Pteridospermae). Семенные папоротники — самые древние, вымершие голосеменные растения. Они являются связующим звеном между папоротниками и голосеменными растениями. На основании палеоботанических данных можно считать, что семенные папоротники внешне были сходны с современными древовидными папоротниками, но в отличие от них размножались семенами, а не спорами. Широкое распространение имели в палеозойскую эру, а затем вымерли.

2. Порядок саговники (Cycadales)*. Представлен в значительной мере вымершими растениями. Из ныне живущих характерным представителем является саговник.

Саговник (Cycas sp.) объединяет свыше 15 видов. Обычно это своеобразные древесные, двудомные растения. Ствол прямостоячий, толстый, колоннообразный, 8...20 м высоты, снаружи явно чешуйчатый (рис. 138). Чешуйки ствола образуются за счет сохранившихся остатков черешков листьев. Сердцевина ствола сильно развита, клетки ее заполнены крахмалом. Впервые в эволюции растений у саговников появляется стержневой корень с многочисленными боковыми ответвлениями. Листья очень крупные (2...3 м длины), перистые, с длинными, узкими долями, темно-зеленой окраски, сильнокожистые, внешне напоминают листья финиковой пальмы.

Нижние листья опадают через 1...2 года. Все листья расположены на самой вершине ствола. Молодые листья улиткообразно закручены, как вайи папоротников. Многолетние (возраст их достигает 1000 лет).

* Нельзя смешивать саговники с саговыми пальмами.

Саговники произошли, по-видимому, в верхнекаменноугольный период от семенных папоротников, с которыми их сближает сходный внешний облик, строение, форма и величина листьев.

В настоящее время саговники растут в естественном состоянии в районе тропиков Азии. В СССР выращиваются на Черноморском побережье Кавказа в качестве декоративных растений.

3. Порядок беннеттитовые (Bennettitales). Представители порядка древовидные полностью вымершие голосеменные растения. Наибольшего расцвета беннеттитовые достигали в юрский период, когда они были распространены по всему земному шару. Время исчезновения беннеттитовых совпало со временем появления покрытосеменных растений.

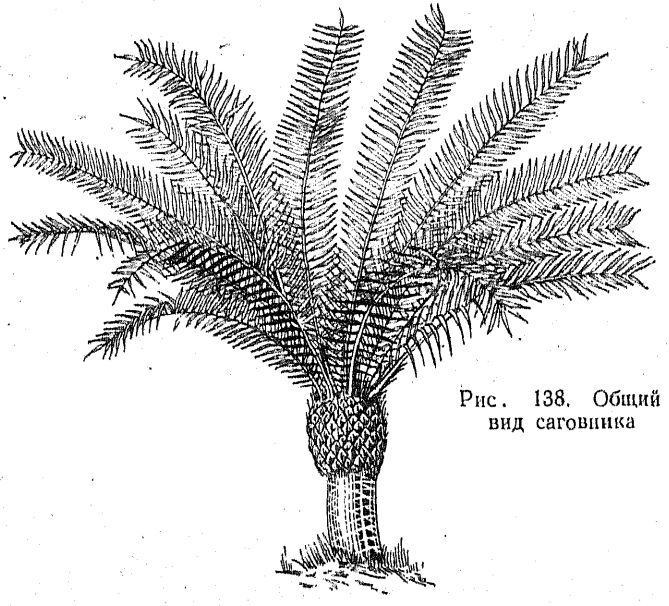


Рис. 138. Общий вид саговника

Данный порядок вымерших растений заслуживает внимания в связи с тем, что многие исследователи считают обоеполую шишку беннеттитовых (рис. 139) исходной формой современного цветка покрытосеменных растений, таких, например, как магнолия.

Беннеттитовые были сходны с саговниками по многим признакам. Стебли они имели колоннообразные или редькообразные, неветвящиеся, чешуйчатые, с хорошо развитой сердцевиной. Листья крупные, перистые, как у саговников, сосредоточенные на верхушке ствола.

Беннеттитовые являлись разноспоровыми растениями. Органы размножения у них находились в пазухе листьев и представляли собой укороченный побег, ограниченный в росте, построенный наподобие цветка с одним наружным покровом. Внешне эти побеги

напоминали шишки. Такие укороченные побеги называются стробилом. На шишке спирально развивались покровные листья (в неопределенном количестве), усеянные длинными волосками. За этими листьями располагались мутовкой микроспорофиллы; они были очень крупные, по строению напоминали тычинки цветковых растений, с пыльцевыми мешками на концах. В центре формировались мегаспорофиллы, собранные в очень компактное образование; это

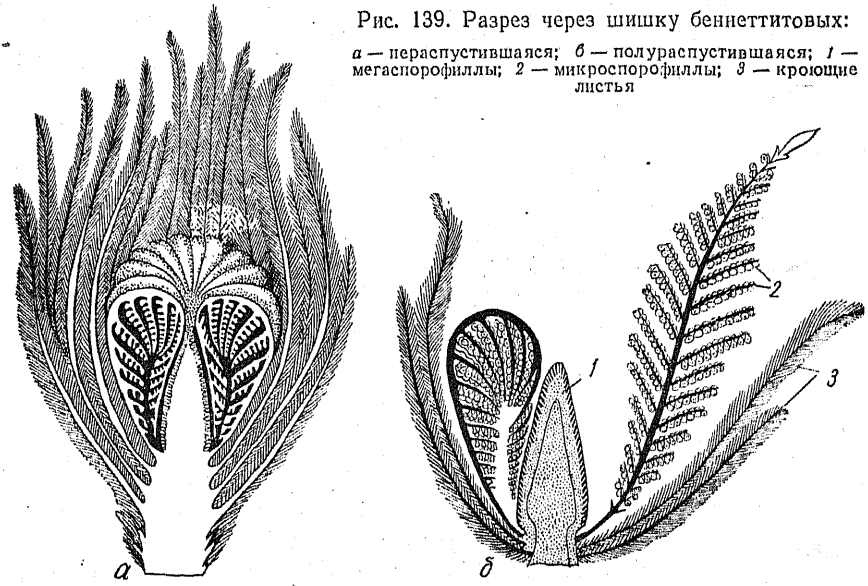


Рис. 139. Разрез через шишку беннеттитовых:
а — нераспустившаяся; *б* — полураспустившаяся; *1* — мегаспорофиллы; *2* — микроспорофиллы; *3* — кроющие листья

видоизмененные листья, напоминающие пестики цветковых растений. Мегаспорофиллы заканчивались семяпочками. Опыление у беннеттитовых осуществлялось, по-видимому, при помощи ветра. После оплодотворения семяпочки разрастались в семя, зародыш которого имел 2 хорошо развитые семядоли.

Своеобразные органы размножения беннеттитовых занимали как бы промежуточное положение между шишками саговников и цветками современных цветковых растений (магнолиевые).

Некоторые ботаники считают, что цветок покрытосеменных растений произошел от стробила — шишки — беннеттитовых.

Наибольшее количество сохранившихся остатков беннеттитовых было найдено на территории Мексики; были они обнаружены и в СССР, Польше, Бельгии, Англии, Италии, Индии. Беннеттитовые, как и саговники, по-видимому, происходили от семенных папоротников.

Класс шишконосные (*Coniferophyta*). Этот класс объединяет несколько порядков, из них рассмотрим кордаиты, гинкговые, хвойные.

1. Порядок кордаиты (Cordaitales). Вымершие, высокорослые (до 30 м) древесные растения, с однополыми шишками, собранными в своеобразные колоски или сережки. Листья крупные (до 1 м), простые, длинноланцетные, сосредоточены на верхушке ствола.

По комплексу признаков кордаиты занимали промежуточное положение между саговниками и хвойными. В далеком прошлом из кордаитов состояли огромные леса, и в настоящее время нередко открываются большие залежи каменного угля, образовавшиеся в результате отмирания кордаитов. Считается, что кордаиты дали начало гинкговым и хвойным.

2. Порядок гинкговые (Gynkgoales). В юрский период гинкговые были распространены очень широко на территории современной Англии, Сибири, Японии, Средней Азии, Северной Америки,

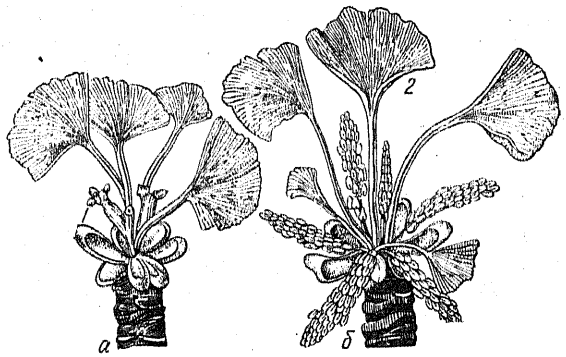


Рис. 140. Гинкго двулопастный:

а — побег с женскими шишками; *б* — побег с мужскими шишками; *1* — женские шишки; *2* — двулопастные листья

остатки их находят в ископаемом виде даже в Гренландии. В настоящее время этот порядок представлен единственным видом гинкго двулопастным.

Гинкго двулопастный (Gynkgo biloba L.) во взрослом состоянии по внешнему виду резко отличается от других голосеменных древесных растений. Это стройное высокорослое дерево. Ствол достигает 40 м высоты. Листья опадают ежегодно. Пластинка листа треугольно-веерообразная с характерным дихотомическим резко выраженным жилкованием, черешки длинные, тонкие. Верхний край листовой пластинки имеет выемку, отчего лист приобретает двулопастную форму, откуда и произошло видовое название — двулопастный. Растение двудомное. Мужские шишки собраны в небольшие сережки (рис. 140).

Внешне гинкго больше похож на лиственные деревья, чем на хвойные. В пыльце гинкго во время ее прорастания образуются 2 подвижных сперматозоида, а не 2 спермия, как у других голосеменных растений (ель, сосна), которые сначала передвигаются в пыльцевой трубке, а затем подплывают к яйцеклетке благодаря наличию сахаристой жидкости в пыльцевой камере. Семена крупные, округлой формы, съедобные. Благодаря особенностям полового процесса

гинкго является связующим звеном между высшими споровыми и семенными растениями.

В настоящее время в природных условиях гинкго известен только на юго-западе Китая; в СССР — на Кавказе и в Крыму — разводится как декоративное растение.

3. Порядок хвойные (Coniferales). Порядок объединяет наибольшее количество (свыше 500) видов современных голосеменных. Представители этого порядка произрастают главным образом в северной части Европы, Азии и Америки, где они часто образуют огромные лесные массивы. Большинство хвойных является вечнозелеными древесными растениями с игловидными или чешуевидными листьями.

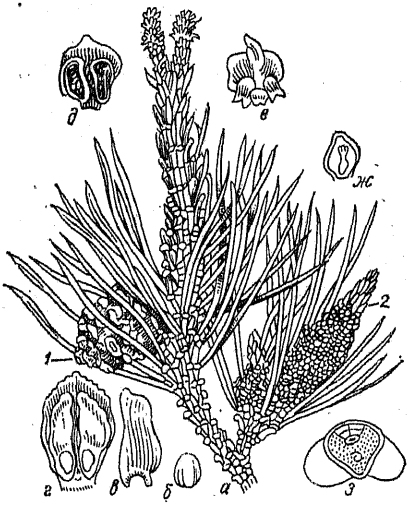


Рис. 141. Сосна обыкновенная:

а — ветвь с мужской и женской шишками; *б* — семя; *в* — крыло семени; *г* — семенная чешуя зрелой шишки с двумя семенами; *д* — микроспорофилл с двумя микроспорангиями; *е* — семенная чешуя с двумя семяпочками; *ж* — семя в продольном разрезе; *з* — пылинка с двумя воздушными пузырями; *1* — женская шишка; *2* — мужская шишка

Из этого порядка рассмотрим представителей семейств сосновые, тисовые, кипарисовые, таксодиевые.

Семейство сосновые (Pinaceae). Это наиболее распространенное в СССР семейство порядка хвойные. К нему относятся роды: сосна, ель, пихта и др.

Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris L.) — мощное древесное растение, достигающее в благоприятных условиях высоты 50 м. Для сосны, как и для других хвойных, является типичным моноподиальное ветвление. Ветви на главном стволе расположены вокруг него в виде мутовок, сформировавшихся в течение года, по количеству мутовок можно легко установить возраст дерева. Листья в виде коротких игл, или хвоинок, собраны пучками или попарно. Корни хорошо развиты, с большим количеством боковых ответвлений. Сосна, как и большинство хвойных, является однодомным растением. Микроспорофиллы собраны в мелкие мужские шишки, которые расположены не отдельно, а группами в виде колоска удлиненной формы; образуется он у основания весеннего побега (рис. 141). В таком колоске мужские шишки расположены плотно, и каждая из них имеет ось, к которой прикрепляются чешуйчатые микроспорофиллы, с загнутым верхним концом. На нижней стороне каждого микроспорофилла имеется по 2 микроспорангия. Внутри микроспорангиев при редукционном делении развиваются в большом количестве микроспоры, которые в дальнейшем при де-

лении ядра превращаются в пыльцу. Микроспора имеет 2 оболочки — наружную (экзину) и внутреннюю (интину). Наружная оболочка по 2 сторонам вздута в виде 2 сетчатых пузырей, наполненных воздухом, что способствует легкому переносу ее ветром (рис. 142).

Каждая микроспора состоит из цитоплазмы и ядра. Находясь еще в микроспорангии, микроспора начинает прорастать. Она делится на 2 неравные по величине клетки — маленькую и крупную. Крупная клетка называется вегетативной, маленькая — антеридиальной. В таком состоянии микроспора сосны называется уже пыльцой, которая переносится ветром на женские шишки.

Женские шишки сосны одиночные, образуются на самой верхушке молодых весенних побегов, где они более доступны ветру, который переносит пыльцу. У сосны процесс от опыления до созревания семян продолжается почти 3 года. В 1-й год женские шишки имеют красноватую окраску. Шишка состоит из короткого стержня, который покрыт двумя типами чешуй — наружными и внутренними, расположенными попарно. Наружная чешуя тонкая, в виде пленки, называется иначе кроющей, в пазухе ее развивается крупная мясистая чешуя, которая носит название семенной чешуи, или мегаспорофилла.

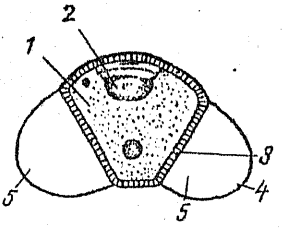


Рис. 142. Строение пыльцы сосны обыкновенной:

1 — вегетативная клетка; *2* — антеридиальная клетка; *3* — интина; *4* — экзина; *5* — воздушные пузыри

У основания семенной чешуи образуются 2 семяпочки в виде овальных телец. Каждая семяпочка состоит из нуцеллуса — центральной части — и покровов, которые окружают нуцеллус со всех сторон, но вверху они не срастаются, остается отверстие, которое называется пыльцевходом, или микропиле. Через пыльцевход пыльцевая трубка проникает к нуцеллусу семяпочки.

Вскоре после формирования семяпочки в глубине ее нуцеллуса выделяется крупная клетка, которая представляет собой археспориальную клетку. Археспориальная клетка дважды делится, получаются 4 мегаспоры (тетрада), одна из них — нижняя — разрастается, а 3 остальные рассасываются. Оставшаяся мегаспора прорастает в женский гаметофит. При этом она многократно делится, в итоге образуется ткань, которая называется первичным эндоспермом. Эта вновь образовавшаяся ткань и является многоклеточным женским заростком сосны. В верхней части женского заростка (первичного эндосперма) ближе к микропиле образуются 2 архегония (корпускулы). В архегонии находится крупная яйцеклетка с ядром и цитоплазмой. Шейка архегония состоит из 4 клеток.

Следовательно, женский заросток у сосны сильно редуцирован, развивается не в почве, а внутри семяпочки (мегаспорангия) и занимает ее центральную часть.

Пыльца, перенесенная ветром, попадает через микропиле на нуцеллус семяпочки. Здесь она остается в состоянии покоя целый год до следующего лета. К этому времени из мегаспоры формируется женский заросток (первичный эндосперм) с архегониями. После этого пыльца прорастает. Наружная оболочка (экзина) разрывается, а внутренняя (интина) вытягивается в длинную пыльцевую трубку. Пыльцевая трубка медленно растет, проникает к первичному эндосперму. В это время антеридиальная клетка микроспоры делится на 2 клетки — генеративную и базальную. Базальная клетка приближается к ядру вегетативной клетки, а генеративная клетка делится на 2 половые клетки — спермии.

Достигнув архегониев, пыльцевая трубка лопается, один из спермиев сливается с яйцеклеткой, другой спермий погибает. После оплодотворения из яйцеклетки развивается зародыш семени, а вся семяпочка превращается в семя. Формирование семян сосны происходит в течение 2-го лета. В это время женская шишка сильно разрастается, ко времени созревания семян чешуи ее подсыхают, приобретают коричневый цвет, слегка расходятся, и семена легко высыпаются.

Следовательно, полный цикл развития у сосны (от опыления до созревания семян) продолжается 2 года. Ежегодно на сосне можно наблюдать одновременно 3 типа шишек: 1) красные маленькие — в них происходит процесс опыления; 2) зеленые, несколько крупнее — в них идет процесс оплодотворения; 3) коричневые (бурые) — в них созревают семена.

Половой процесс у голосеменных был открыт и описан русским ученым, проф. И. Н. Горожанкиным в 1880 г.

Семена сосны имеют крыловидные тонкие придатки, при помощи которых разносятся ветром на большие расстояния.

Существует несколько видов сосны, они отличаются одни от другого размером, цветом хвоинок и их количеством в пучке, а также величиной и формой шишек. Так, например, сосна сибирская, или сосна кедровая [Pinus sibirica (Rupr.) Mayr], имеет хвоинки очень длинные, в пучке содержит по 5 хвоинок. Шишки их крупные, семена (кедровые орешки) покрыты твердой оболочкой и содержат много масла.

Сибирскую сосну, дающую кедровые орешки, нельзя смешивать с настоящим кедром.

Кедр настоящий, или ливанский (Cedrus libani A. Rich.), не образует крупных орешков, как сибирская сосна, и содержит в пучке 30...40 хвоинок. Часто выращивается в качестве декоративного дерева на Кавказе и в Крыму. В природных условиях произрастает в горах Средней Азии.

Ель европейская (Picea excelsa Link) — это мощное теневыносливое дерево с мелкими игольчатыми листьями (в пучки не собраны) темно-зеленой окраски, частично опадают через 7...9 лет. Женские шишки крупнее мужских, расположены на конце ветки, в год появления имеют пурпуровую окраску.

Мужские шишки желто-бурой окраски, собраны по нескольку в колосок. Процесс оплодотворения происходит, как у сосны.

К роду ель относится 45 видов, в том числе ель тянь-шаньская, которая характеризуется мощным развитием, высота ее достигает 40 м, а диаметр 2 м. Произрастает в горах Тянь-Шаня на высоте 1500...3000 м над уровнем моря.

Пихта сибирская (Abies sibirica Ledeb.) — мощное дерево, отличается плоской, мягкой хвоей. Теневыносливое растение. В Западной Сибири и на Дальнем Востоке образует большие леса. Обладает ценной древесиной, не имеющей смоляных ходов.

Лиственница европейская (Larix europea DC.) в отличие от других хвойных растений характеризуется хвоей, опадающей ежегодно. Хвоинки тонкие, мягкие, в пучке 10...12 хвоинок, пучки сидят на укороченных ветках.

Древесина лиственницы богата смолой, поэтому она стойка в воде, что позволяет широко использовать лиственницу в кораблестроительном деле. Существует несколько видов лиственницы.

Семейство тисовые (Taxaceae). Наиболее интересный представитель род тис.

Тис ягодный, или обыкновенный (Taxus baccata L.), — долголетнее древесное растение (2000...4000 лет), до 25 м высоты. Отличается прочной твердой, тяжелой, стойкой против гниения древесиной (поэтому его называют «негной-дерево»), смоляных ходов не содержит. Древесина буровато-красного цвета. Хвоинки плоские. Растение однодомное, но раздельнополое. Мужские шишки мелкие, состоят из тесно скученных микроспорофиллов, у основания одеты бесплодными чешуйками. Женские шишки очень видоизменены, после опыления и оплодотворения в женской шишке развивается только одна семяпочка, которая превращается в семя. Семя окружено сочным, яркоокрашенным (красным), мясистым бокаловидным присемянником, открытым сверху. Созревшее семя с яркоокрашенным присемянником имеет вид ягоды. Листья и семена ядовиты. Тис очень хорошо переносит обрезку, поэтому его выращивают как декоративное растение.

Распространен в СССР — на Кавказе, в Крыму, в западных областях Украины.

Семейство кипарисовые (Cupressaceae). Это семейство по строению шишек подразделяется на 3 подсемейства: кипарисовые, туевые и можжевеловые.

1. Подсемейство кипарисовые (Cupressoideae). Представители этого подсемейства имеют деревянистые шишки с отодвинутыми во время созревания чешуями. Характерным представителем является род кипарис.

Кипарис (Cupressus L.) — вечнозеленое, однодомное, долговечное (до 2000 лет) растение, достигающее 30...50 м высоты. Листья чешуевидные, содержат большое количество эфирных масел. Шишки шаровидные с кроющими чешуйками, которые ко времени созревания сильно деревенеют. Древесина ароматичная. У кипариса

существуют 2 формы кроны — горизонтальная и пирамидальная.

На побережье Черного моря — на Кавказе и в Крыму — выращивается как декоративное дерево главным образом пирамидальный кипарис (рис. 143). Место и время появления пирамидальной формы кипариса неизвестны.

2. Подсемейство туевые (Thujoideae). Шишки деревянистые, при созревании с отгибающимися в сторону чешуями. Включает 15 родов. Характерный представитель — род туя. В СССР в диком виде неизвестна, возделывается на юге как декоративное растение, чаще всего для этих целей выращивается туя западная.

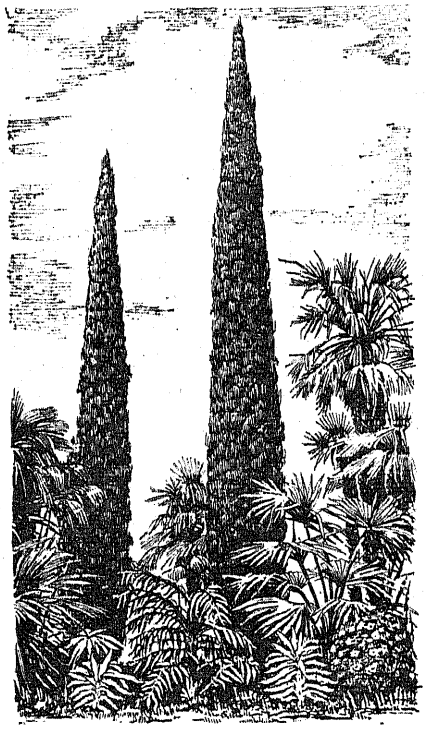


Рис. 143. Пирамидальный кипарис

Туя западная (Thuja occidentalis L.) — вечнозеленое дерево. Листья чешуевидные. Женские шишки имеют кожистые чешуи, расположенные крест-накрест и налегающие друг на друга.

3. Подсемейство можжевеловые (Juniperoideae). Характерный представитель можжевельник обыкновенный.

Можжевельник обыкновенный (Juniperus communis L.) — вечнозеленый кустарник 2...3 м высоты, редко до 12 м. Хвоинки сидят мутовками, отдельная хвоинка сильно заострена. Растение двудомное, женские и мужские шишки образуются на различных растениях. Чешуи женских шишек мясистые, срастаясь образуют ягодообразную, шаровидную шишку (рис. 144). Семян 1...10, созревают на 2-й год и содержат эфирные масла. Древесина очень устойчива против гниения. Распространены по всему северному полушарию.

Семейство таксодиевые (Taxodiaceae). Типичный представитель семейства секвойя.

Секвойя, или мамонтово дерево (Sequoia gigantea L.), — очень мощное, до 100 и даже до 150 м высоты и до 6...12 м в диаметре, долговечное (до 2000...4000 лет) растение. Шишки яйцевидные. Листья узколанцетные. В диком состоянии произрастает только на побережье Северной Америки и Калифорнии.

В СССР — в Крыму и на Кавказе — выращивается как декоративное растение.

Секвойя — реликт, т. е. вымирающее растение, такие растения иногда называют «живыми ископаемыми».

Класс гнетовые, или хвойниковые (*Gnetinae*). Для гнетовых характерно наличие внутренних покровов семяпочки, поэтому их иначе называют покровосеменными (оболочкосеменными).

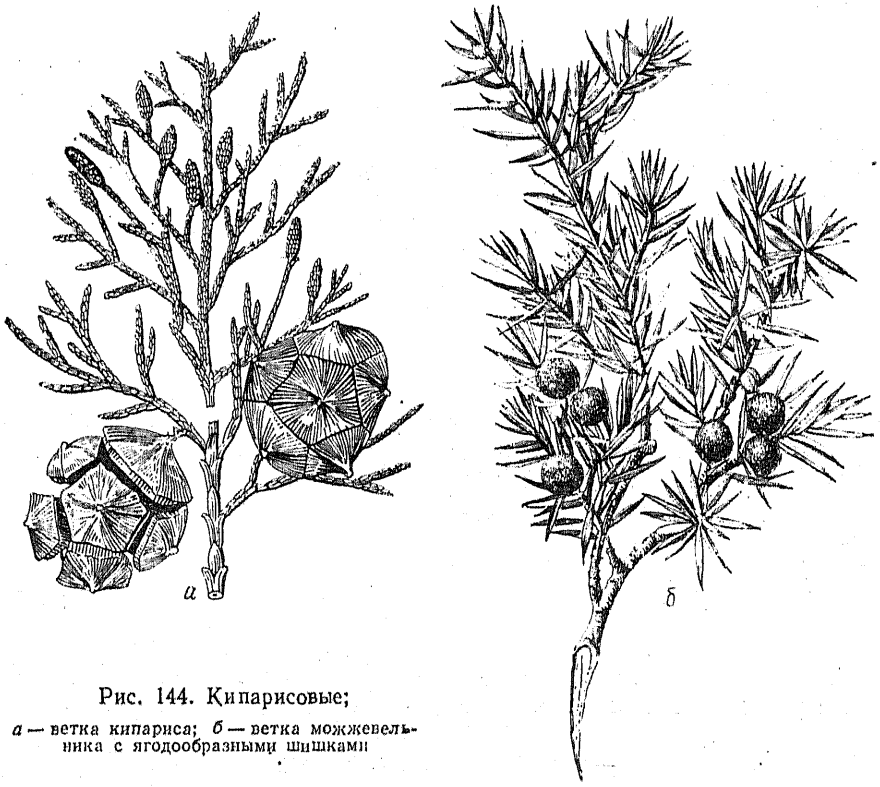


Рис. 144. Кипарисовые;
а — ветка кипариса; *б* — ветка можжевельника с ягодообразными шишками

В отличие от хвойных они не имеют в древесине смоляных ходов — у них во вторичной древесине развиты настоящие сосуды. Зародыш с 2 семядолями, листья расположены мутовчато. Перечисленные признаки сближают гнетовые с покрытосеменными, а иногда этот класс рассматривают как переходный к покрытосеменным.

Класс объединяет 3 семейства: эфедровые, вельвичивые и гнетовые, из которых в СССР растет только представитель семейства эфедровых.

Семейство эфедровые (Ephedraceae). Это семейство представлено родом эфедра.

Эфедра, хвойник (Ephedra L.) встречается в сухих степях и пустынях Советского Союза. Это небольшой вечнозеле-

ный кустарник, до 90 см высоты. Листья имеют вид супротивных чешуек, побеги прутьевидные, членистые, ветвление мутовчатое. Растения двудомные. Покров семяпочки после оплодотворения разрастается, становится сочным, вследствие чего семена внешне напоминают ягоды. Растение содержит алкалоид эфедрин, используемый в медицине.

Семейство вельвичивые (Welwitschiaceae). Представлено родом вельвичия.

Вельвичия (Welwitschia L.) — своеобразное, удивительное, редко встречающееся растение, многолетнее (до 100 лет). Имеет толстый короткий (до 0,5 м) стебель, до 1 м в диаметре, на котором растут всего только 2 крупные, лентообразной формы листа с параллельным жилкованием. Живут листья в течение всей жизни растения (до 100 лет), растут своим основанием. Это наиболее долголетние листья в природе. Растения двудомные, мужские шишки мельче женских. Растет только в пустынях Юго-Западной Африки.

Семейство гнетовые (Gnetaceae). Небольшие деревья или лианы, со скрученными супротивными листьями; семя имеет вид ягоды. При созревании семени наружный покров семяпочки становится сочным и приобретает яркую окраску. Семена и листья некоторых гнетовых употребляют в пищу. Это семейство состоит всего из одного рода гнетум и 34 видов.

Значение голосеменных. Голосеменные и особенно хвойные (сосна, ель, пихта и др.) занимают огромные площади в северном полушарии. Большинство из них является ценными древесными растениями. Древесина хвойных растений широко используется как строительный материал для построек, изготовления мебели, в целлюлозно-бумажной промышленности, на топливо. Из смолы хвойных растений получают скипидар, канифоль и другие продукты. Семена (орешки) сибирской (кедровой) сосны съедобны. Часто хвойные (кипарис, туя, кедр, сосна) возделываются как декоративные растения и как удерживающие движущиеся пески и т. д.

Отдел покрытосеменные, или цветковые

Отличительные особенности покрытосеменных

Покрытосеменные (Angiospermae), или цветковые (Anthephyta), по времени появления на Земле являются самой молодой и в то же время наиболее высокоорганизованной группой растений. В процессе эволюции представители этого отдела появились позднее других, но очень быстро заняли господствующее положение на земном шаре и вытеснили многие группы растений, ранее появившихся на Земле. Свое победоносное распространение по Земле покрытосеменные начали в меловой период, когда некоторые группы растений были уже вполне сформировавшимися, а другие частично или полностью вымерли.

Наиболее характерной отличительной особенностью покрытосеменных является наличие у них своеобразного органа — цветка, который отсутствует у других растений. Поэтому покрытосеменные и называются еще цветковыми растениями. Семяпочка у них скрытая, она развивается внутри пестика, в его завязи, поэтому покрытосеменные называются иначе пестичными. Пыльца у покрытосеменных улавливается не семяпочками, как у голосеменных, а особым образованием — рыльцем, которым заканчивается пестик цветка.

После оплодотворения яйцеклетки из семяпочки образуется семя, а завязь разрастается в плод. Следовательно, семена у покрытосеменных развиваются в плодах, поэтому этот отдел растений и называется покрытосеменные.

У покрытосеменных, так же как и у предшествующих отделов растений, происходит чередование двух поколений. Как и у большинства высших растений, наиболее развитым, доминирующим у них является бесполое поколение — спорофит, половое же поколение у покрытосеменных редуцировано еще сильнее, чем у голосеменных.

Для покрытосеменных характерно также наличие двойного оплодотворения, которое отсутствует у представителей других отделов растительного мира. В результате двойного оплодотворения образуются 2 зиготы. Одна из них в дальнейшем дает начало зародышу, а другая эндосперму — питающей ткани зародыша. Эндосперм покрытосеменных, следовательно, является гибридной тканью, объединяющей наследственные особенности материнского и отцовского организма, тогда как у голосеменных первичный эндосперм развивается в результате прорастания мегаспоры, т. е. до процесса оплодотворения и является гаплоидным. Зигота, дающая начало эндосперму покрытосеменных, триплоидная, так как в образовании ее участвуют 3 клетки с гаплоидным числом хромосом. Зигота, дающая начало зародышу семени (оплодотворенная яйцеклетка), диплоидная.

Наличие двойного оплодотворения у всех представителей покрытосеменных растений является одним из доказательств их единого, монофилитического происхождения.

Покрытосеменные являются также наиболее пластичными растениями, они обладают исключительной приспособляемостью к самым различным естественноисторическим условиям Земли, представители их имеют очень широкое географическое распространение, они растут в чрезвычайно разнообразных климатических условиях.

Как более приспособленные к условиям внешней среды, покрытосеменные растения отличаются большим разнообразием форм вегетативных и репродуктивных органов — корней, листьев, цветков, плодов, семян. Они имеют более сложное и более совершенное анатомическое строение, чем представители ранее рассмотренных отделов растений. Элементы проводящей системы обеспечивают у них наиболее быстрое передвижение воды и пластических веществ

по растению, что способствует более энергичному обмену веществ. У них имеются хорошо развитые настоящие сосуды — трахеи, а не трахеиды, как у голосеменных (поэтому покрытосеменные часто называют сосудистыми растениями).

Беспредельно разнообразны покрытосеменные и по своим размерам. Среди них известны очень мелкие растения — в несколько сантиметров (ряска) и растения-гиганты, достигающие высоты более 100 м (эвкалипты).

Происхождение и географическое распространение

Покрытосеменные появились позднее других растений, по-видимому, в конце юрского периода, очень быстро вытеснили на Земле широкораспространенные до них растения — высшие споровые и голосеменные — и заняли господствующее положение.

В происхождении покрытосеменных многое еще неясно. Говоря о происхождении и быстром расселении покрытосеменных, Ч. Дарвин еще в 1879 г. называл их появление «ужасной тайной». О происхождении покрытосеменных существует несколько гипотез. Большинство ботаников в настоящее время считает, что покрытосеменные имеют монофилитическое происхождение, т. е. произошли от одного предка. По-видимому, они ведут свою историю от вымерших примитивных групп голосеменных. Трудность установления происхождения покрытосеменных растений, в частности, объясняется незначительным количеством палеоботанических данных, касающихся этой группы растений.

Возникновение и дальнейшее развитие покрытосеменных связывают с развитием животного мира, особенно насекомых, период массового появления которых совпадает с периодом формирования покрытосеменных растений.

Возникает вопрос: что способствовало быстрому распространению покрытосеменных и вытеснению ими других растений? Одни ученые считали, что быстрому развитию и расселению покрытосеменных способствовала лучшая защита семяпочек, заключенных внутри завязи. Другие видели причину этого в появлении насекомых-опылителей и птиц, которые явились разносчиками плодов, семян и пыльцы. Однако более правдоподобное объяснение дал русский ученый М. И. Голенкин (1927). По его мнению, покрытосеменные растения оказались более приспособленными к изменившимся на Земле условиям — уменьшению влажности, увеличению освещения, а следовательно, и увеличению сухости воздуха. Покрытосеменные, обладая высокой приспособляемостью к условиям среды, смогли полнее использовать лучистую энергию солнца и оказались победителями среди растительного мира. По-видимому, быстрому расселению покрытосеменных способствовало совместное действие разных факторов среды.

Считается, что первичные покрытосеменные были древесными растениями, но не мощными деревьями, а небольшими деревцами

со слабо разветвленной кроной. Они имели вечнозеленые сидячие листья и крупные цветки. Из древесных растений в процессе эволюции развились кустарники, полукустарники, а затем уже травянистые растения, сначала многолетние, позднее однолетние.

Покрытосеменные в основном сухопутные растения, водные покрытосеменные — явление вторичное.

Как правило, покрытосеменные являются автотрофными организмами. Среди них имеется очень ограниченное количество паразитирующих (повилика, заразиха и др.) и насекомоядных (непентес, мухоловка, росянка и др.) видов, которые способны питаться готовыми органическими веществами.

Покрытосеменные имеют чрезвычайно широкое географическое распространение — представители их произрастают во всех зонах земного шара. Они встречаются как на далеком севере, так и на крайнем юге, некоторые виды растут высоко в горах (до 5000 м над уровнем моря), но наибольшее видовое разнообразие их сосредоточено в тропиках.

О месте первоначального возникновения покрытосеменных имеются чрезвычайно разноречивые высказывания. Одни исследователи считают, что впервые покрытосеменные появились в области тропиков на материке, который был расположен в Тихом океане между Америкой, Азией и Австралией и впоследствии погрузился в воды океана. Другие, наоборот, предполагают, что первоначально покрытосеменные появились в области современной арктической суши, где в прошлом был совершенно иной климат и где в настоящее время (о-в Шпицберген) при добыче угля находят отпечатки листьев тропических растений. По мнению третьих, покрытосеменные возникли в горах субтропиков и умеренной зоны северного полушария, где в настоящее время сосредоточено наибольшее разнообразие представителей примитивных — более древних по происхождению растений из семейств лютиковые, кувшинковые и др.

Размножение и расселение

В процессе эволюции растительного мира вслед за семенем сформировались еще 2 репродуктивных органа — цветок и плод, ставшие характерной особенностью покрытосеменных и отсутствующие у их предшественников. С помощью репродуктивных органов (цветка, семени и плода) осуществляется размножение покрытосеменных растений и их расселение по территории Земли.

Цветок. Этот репродуктивный орган, как уже отмечалось, является характерной особенностью покрытосеменных. Цветок представляет собой видоизмененный укороченный побег с ограниченным ростом, приспособленный к выполнению особых функций. В цветке образуются споры и гаметы, а также осуществляется половой процесс. После двойного оплодотворения из частей цветка развиваются семя и плод. По строению, величине, окраске цветки чрезвычайно разнообразны.

Однако, несмотря на большое разнообразие форм цветка, строение его отличается четкой закономерностью, и нередко целые семейства растений характеризуются определенным, свойственным только им строением цветка — крестоцветные, губоцветные, бобовые и др. Строение цветка слабо изменяется под влиянием внешних условий. Могут варьировать такие признаки цветка, как размер, окраска, но его строение отличается устойчивостью.

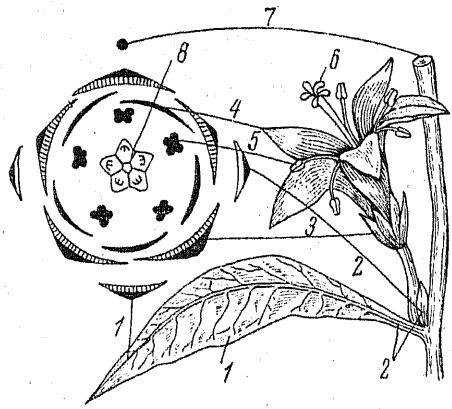


Рис. 145. Расположение частей цветка и его диаграмма:

1 — кроющий лист; *2* — прицветник; *3* — чашечка; *4* — венчик; *5* — тычинки; *6* — пестик; *7* — стебель; *8* — завязь

Как всякий побег, цветок состоит из стеблевой части, или оси, и листьев, которые сильно отличаются от типичных стеблевых листьев как по форме, окраске, так и по функциям.

Части и члены цветка. При изучении строения цветка следует различать части и члены, из которых состоят почти все части. Типичный, полный цветок состоит из следующих частей (рис. 145), расположенных снизу вверх, или от периферии к центру:

Цветоножка
Цветоложе
Околоцветник { чашечка, венчик
Андроцей (тычинки)
Гинецей (пестики)

Членами чашечки являются чашелистики, венчика — лепестки, андроцея — тычинки, гинецея — плодолистики, образующие пестик.

Цветоножка. Та часть цветка, которой он прикрепляется к стеблю (цветки яблони, хлопчатника), называется цветоножкой. Некоторые растения имеют цветки без развитых цветоножек, такие цветки называются сидячими (подсолнечник, клевер луговой, пшеница). Цветоножка имеет явно стеблевое происхождение, нередко она является продолжением стебля. У основания цветоножки часто имеется один или несколько листочков, которые называются прицветниками.

Цветоложе. Расширенная верхняя часть цветоножки называется цветоложем, или тором. Это укороченная ось с очень сближенными узлами и короткими междоузлиями. К цветоложу прикрепляются все остальные части цветка, которые имеют листовое происхождение. По своему строению цветоложе различных растений

неодинаково (рис. 146). Обычно в той или иной степени оно расширено по сравнению с цветоножкой и по форме бывает плоское (пион, клен остролистный), выпуклое (лютик, малина), вытянутое (гравилат), вогнутое в виде чаши (слива, роза, черемуха).

Части цветка прикреплены к цветоложу либо кругами (циклически), когда один круг следует за другим, либо по спирали. Чаще строение цветка бывает 5-циклическим, т. е. части цветка образуют 5 кругов, или циклов: 2 круга образует околоцветник, 2 круга — тычинки и 1 круг — пестики или пестик. Иногда околоцветник располагается кругами, а тычинки и пестики — по спирали. Такой цветок называется г е м и ц и к л и ч е с к и м (лютик).

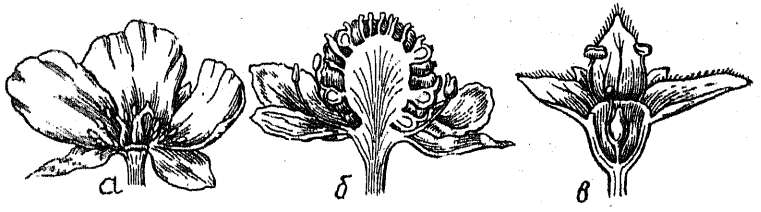


Рис. 146. Цветоложе:

а — плоское у пиона; *б* — выпуклое у лютика; *в* — вогнутое у манжетки

О к о л о ц в е т н и к. Самая наружная часть цветка называется околоцветником. Он является покровом, предохраняющим расположенные в центре тычинки и пестики от различных повреждений. У насекомоопыляемых растений околоцветник обычно ярко окрашен и служит для привлечения насекомых, осуществляющих перекрестное опыление. У некоторых растений цветки не имеют околоцветника (ива, тополь; рис. 147). Такие цветки называются беспокровными, или голыми.

Околоцветник бывает простой и двойной. П р о с т о й о к о л о ц в е т н и к состоит из однородных листочков, имеющих одинаковую окраску (часто и форму). При яркой окраске листочков простой околоцветник похож на венчик и называется в е н ч и к о в и д н ы м (тюльпан, гречиха, ирис). Если окраска листочков зеленая, простой околоцветник напоминает чашечку и называется ч а ш е ч к о в и д н ы м (манжетка, вороний глаз, щавель).

Д в о й н о й о к о л о ц в е т н и к состоит из 2 резко отличающихся по окраске и форме частей — чашечки и венчика.

Ч а ш е ч к а представляет собой наружную часть цветка. Она состоит, как правило, из зеленых листочков, которые называются ч а ш е л и с т и к а м и, реже чашелистики окрашены в другие цвета (например, у гравилата). Количество чашелистиков бывает различное, но внутри отдельных семейств чашечка, как правило, характеризуется определенным числом чашелистиков; например, у представителей семейства крестоцветные (репа, редька) чашечка состоит из 4, а у представителей семейства розоцветные (яблоня, роза) из 5 чашелистиков.

Чашелистики могут быть сросшиеся и несросшиеся. Чашечка, у которой чашелистики срастаются, называется с р о с т н о л и с т н о й, в противном случае она называется р а з д е л ь н о л и с т н о й. У сростнолистной чашечки о числе чашелистиков судят по числу зубчиков чашечки в верхней ее части. Различают чашечку п р а в и л ь н у ю, когда все чашелистики одинаковы по величине и по форме, и н е п р а в и л ь н у ю, когда одни чашелистики бывают более развиты, чем другие.

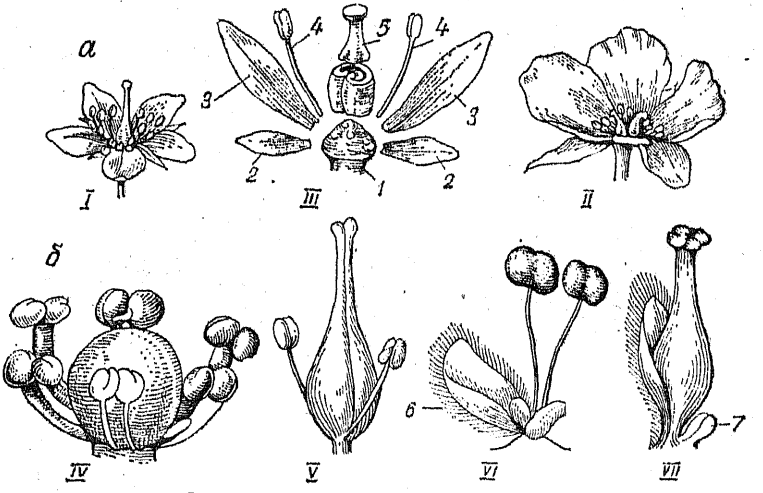


Рис. 147. Цветки с околоцветником и без него:

а — обоеполые с околоцветником; *б* — без околоцветника; *I* — полный цветок с одним пестиком и многими тычинками; *II* — полный цветок со многими тычинками и многими пестиками (на рисунке их 2, остальные удалены); *III* — отдельные части цветка; *IV* — обоеполый у белокрыльника; *V* — обоеполый у ясеня; *VI* — однополый тычиночный у ивы; *VII* — однополый пестичный у ивы; *1* — цветоложе; *2* — чашелистики; *3* — лепестки; *4* — тычинки; *5* — пестик; *6* — кроющий лист; *7* — нектарник

Размеры чашечки бывают самые разнообразные. У одних растений она крупная, равняется по величине венчику (водосбор, фуксия) и даже его превышает (куколь), а у других — небольшая, слаборазвитая (укроп, морковь). У некоторых растений чашечка сильно изменяется, например превращается в волоски (сложноцветные).

Основная функция чашечки защитная. В тех случаях, когда чашечка приобретает яркую окраску, она выполняет функции венчика — служит приманкой для насекомых.

У большинства растений чашечка опадает во время формирования плодов, иногда она сохраняется при плодах (яблоня, смородина), а у мака она присутствует только в бутонах и опадает, когда бутоны распускаются. Есть растения, у которых, кроме чашечки, образуется еще подчашие. П о д ч а ш и е — это второй, наружный круг чашелистиков (рис. 148), которые обычно по величине меньше чашелистиков основной чашечки (земляника).

Венчик представляет собой обычно яркоокрашенную и поэтому хорошо заметную часть цветка. Венчик состоит из лепестков, обычно он более крупных размеров, чем чашечка. По форме, величине, окраске венчики очень разнообразны. Различают венчик сростнолепестный, если лепестки его срастаются между собой,

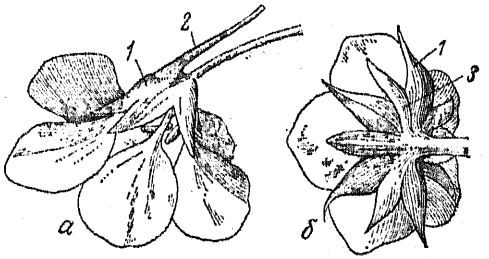


Рис. 148. Изменение в строении чашечки:

а — настурция; *б* — земляника; *1* — чашелистик; *2* — шпорец; *3* — подчашие

и свободнолепестный, когда лепестки не срастаются. О количестве лепестков у сростнолепестного венчика судят по количеству зубчиков венчика.

Венчик бывает правильный и неправильный (рис. 149). Правильным, или актиноморфным, называют такой венчик (а следовательно, и цветок), у которого все лепестки имеют одинаковый размер и одинаковую форму и расположены симметрично,

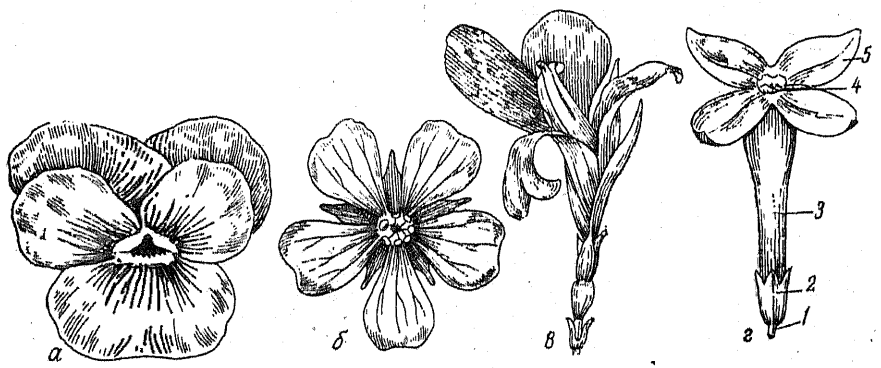


Рис. 149. Цветки:

а — неправильный (зигоморфный); *б* — правильный (актиноморфный); *в* — асимметричный; *г* — части цветка; *1* — цветоножка; 2 — чашечка; *3* — трубочка сростнолепестного венчика; *4* — зев венчика; *5* — отгиб лепестка

расходясь от центра наподобие лучей. Через такой венчик (цветок) можно провести несколько плоскостей симметрии, которые разделят его на несколько равных частей (цветки нарцисса, сурепки, колокольчика, картофеля и др.).

Неправильным, или зигоморфным, венчиком (цветком) называется такой, у которого лепестки различны по форме и

величине, и поэтому через такой венчик можно провести всего одну плоскость симметрии, другие плоскости уже не разделят такой венчик на равные половинки (львиный зев, горох, глухая крапива и др.). Существуют еще а с и м м е т р и ч н ы е венчики (цветки), через которые нельзя провести ни одной плоскости симметрии (орхидеи, валериана).

Ф о р м а венчика отличается большим разнообразием. Чаще всего встречаются: к о л о к о л ь ч а т ы й (колокольчики, ландыш), в о р о н к о в и д н ы й (вьюнок), к р е с т о в и д н ы й (капуста, сурепка), т р у б ч а т ы й (подсолнечник), я з ы ч к о в ы й (одуванчик), к о л е с о в и д н ы й (картофель), в е н ч и к с о ш п о р ц е м (живокость), д в у г у б ы й (глухая крапива) и др.

О к р а с к а л е п е с т к о в венчика у различных видов растений также очень разнообразна и обусловливается главным образом наличием различных пигментов типа антоциана и антохлора, которые растворены в клеточном соке, и каратиноидов. Антоциан имеет красный, синий или фиолетовый цвет самых разнообразных оттенков. Желтая окраска цветков обусловливается наличием в клеточном соке особого желтого красящего вещества (антохлора) или присутствием хромопластов. Белых и черных пигментов не существует. Белая окраска цветка обусловливается не белыми пигментами, а наличием в лепестках воздушных полостей и отсутствием каких-либо красящих веществ. Впечатление черной окраски цветков создается в результате очень сгущенной темно-фиолетовой или темно-красной окраски антоциана.

Яркая окраска венчика имеет большое значение для насекомоопыляемых растений, у которых она служит для привлечения насекомых, посещающих цветки во время сбора нектара и пыльцы. Цветки, опыляемые ночью, имеют чаще белую окраску лепестков, что делает их более заметными для насекомых (табак душистый).

Венчик цветка выполняет несколько функций. Он, как и чашечка, защищает от всяких повреждений внутренние части цветка — тычинки и пестики. Кроме того, своей яркой окраской он привлекает насекомых и тем самым способствует лучшему опылению цветков.

А н д р о ц е й. Самой существенной частью цветка являются тычинки и пестики, которые и составляют собственно цветок. Совокупность всех тычинок в цветке называется а н д р о ц е е м.

Число тычинок в цветках различных видов растений неодинаково и колеблется от одной до нескольких десятков. Форма тычинок и число их в цветке являются хорошим систематическим признаком. Например, в цветках злаков чаще содержится 3 тычинки, у бобовых — 10, у крестоцветных — 6, у лютиковых их много. Тычинки располагаются в цветке либо по спирали, либо кругами.

Тычинки могут быть в цветке свободными или срастаются и образуют один пучок. Сросшиеся тычинки называются о д н о б р а т с т в е н н ы м и; в тех случаях, когда только часть тычинок

срастается, они называются двубратственными (например, у бобовых 9 тычинок срастаются, а 10-я остается свободной). Тычинки могут срастаться либо основанием нитей (горох), либо пыльниками, а нити остаются свободными (подсолнечник).

Основная функция тычинок заключается в образовании микроспор и пыльцы, которая в дальнейшем дает начало мужским гаметам (спермиям). Следовательно, тычинки являются носителями мужского пола.

Каждая тычинка представляет собой видоизмененный лист (микроспорофилл), приспособленный для образования микроспор. Как правило, она состоит из тычиночной нити и пыльника. Редко нить у тычинки отсутствует, тогда образуются сидячие пыльники (у магнолии). Форма тычиночной нити довольно разнообразна, она может быть широкой и нитевидной, длинной и короткой, когда пыльник является сидячим (у ореха грецкого). Широкие и короткие нити свойственны представителям древних, примитивных семейств (магнолиевые). У некоторых растений тычиночная нить в верхней части утончается, и тогда пыльник может вращаться в точке прикрепления, такой пыльник называется качающимся, что способствует лучшему выбрасыванию пыльцы при раскрывании зрелых пыльников (рожь).

Пыльник состоит чаще всего из двух продольных половинок, соединенных между собой узким связником в виде пластинки, через которую проходит проводящий пучок. Связник является продолжением тычиночной нити. Каждая половинка пыльника обычно разделена продольной перегородкой на 2 пыльцевых гнезда— микроспорангия. Следовательно, каждый пыльник состоит из 4 микроспорангиев, в которых образуются микроспоры, а из них в дальнейшем развивается пыльца.

Чаще пыльники прикрепляются к тычиночной нити неподвижно, реже они бывают качающимися, что облегчает выбрасывание из них созревшей пыльцы (лилия, рожь). Раскрывание зрелых пыльников у отдельных видов растений происходит различно.

Пыльники разнообразны по форме (линейные, шаровидные, 4-гранные и др.) и по характеру расположения на тычиночной нити.

Тычинки образуются из особых бугорков. Вначале формируется пыльник, а затем развивается тычиночная нить, которая разрастается в результате вставочного роста.

Наиболее сложный процесс развития у тычинки проходит пыльник. В начале формирования пыльник состоит из однородных клеток и сверху бывает покрыт однослойным эпидермисом. В дальнейшем, очень рано, под эпидермисом молодого пыльника в местах будущих 4 гнезд образуется субэпидермальный слой клеток. Этот слой быстро увеличивается, клетки его делятся перегородками тангенциально (параллельно поверхности пыльника), в результате чего образуется 2 новых слоя: внутренний и наружный. В дальней-

шем внутренний слой дает начало специальной ткани, которая называется а р х е с п о р и е м. Из наружного слоя в процессе неоднократного деления его клеток образуется ф и б р о з н ы й, или в о л о к н и с т ы й, с л о й. Он состоит из плотно сомкнутых клеток с неравномерно утолщенными стенками. Фиброзный слой способствует вскрыванию зрелого пыльника, так как при высыхании клетки его сокращаются сильнее клеток эпидермиса, что способствует разрыву пыльника и рассеиванию пыльцы.

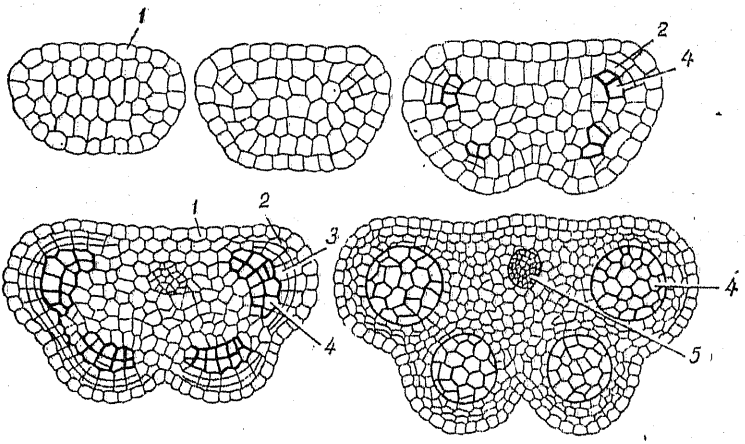


Рис. 150. Последовательное развитие пыльцевых гнезд:

1 — эпидермис; *2* — фиброзный слой; *3* — выстилающий слой; *4* — археспорий; *5* — проводящий пучок

Глубже фиброзного слоя расположена в ы с т и л а ю щ а я т к а н ь (т а п е т у м), состоящая из одного слоя крупных клеток. Выстилающая ткань окружает археспорий со всех сторон плотным кольцом (рис. 150). Между фиброзным и выстилающим слоями заключен слой отмирающих клеток, имеющих вытянутую форму. В середине пыльника через связник проходит проводящий пучок (рис. 151).

М и к р о с п о р о г е н е з — это сложный процесс формирования в пыльнике микроспор с момента их возникновения до полного созревания.

Как уже указывалось, в молодом пыльнике обособляется специальная ткань — археспорий, из которой образуются микроспоры. Археспорий характеризуется наличием крупных клеток, заполненных густой цитоплазмой с большими ядрами и ядрышками. По форме они многогранны и плотно заполняют гнездо пыльника. Число клеток археспория у различных растений сильно колеблется (от 1 до большого количества). Из каждой клетки археспория в дальнейшем образуются микроспоры, и следовательно, каждая клетка археспория является материнской клеткой микроспор.

Каждая материнская клетка микроспор в процессе мейоза претерпевает 2 последовательных деления — редукционное и митотическое, которые следуют очень быстро одно за другим. В результате в каждой материнской клетке происходит разделение протопласта на 4 одноядерные клетки, называемые микроспорами. Микроспора содержит густую цитоплазматическую массу, много запасных веществ (масла, сахаров, крахмала и др.) и одно ядро. Молодые микроспоры плотно заполняют гнезда пыльника и первое время часто

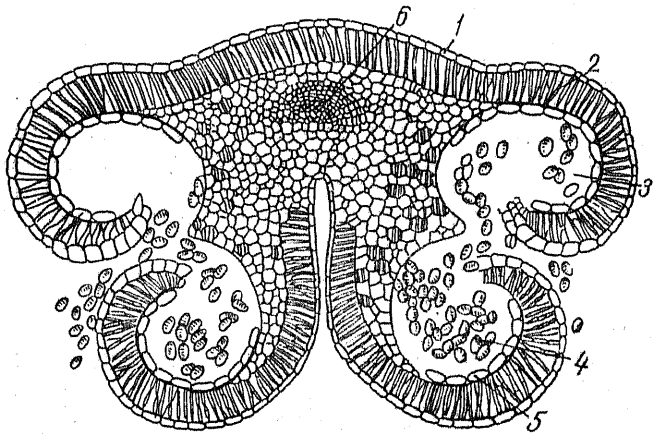


Рис. 151. Разрез зрелого пыльника:

1 — эпидермис; *2* — фиброзный слой; *3* — гнездо пыльника; *4* — пыльца; *5* — выстилающий слой; *6* — проводящий пучок

не разъединяются, а лежат четверками — тетрадами, покрытые обычно общей оболочкой материнской клетки. В дальнейшем оболочка материнской клетки микроспор постепенно разбухает и растворяется, а тетрады микроспор распадаются на отдельные клетки — микроспоры. После исчезновения оболочки материнской клетки микроспор вокруг каждой из 4 микроспор образуется собственная оболочка. На образовании микроспор заканчивается процесс бесполого размножения у цветковых растений (см. чередование поколений).

Образовавшаяся микроспора некоторое время остается одноядерной, постепенно увеличивается в размере, в ней появляется вакуоль. Затем ядро ее претерпевает большие изменения, и, оставаясь в гнезде пыльника, микроспора прорастает в мужской гаметофит. При этом ядро каждой микроспоры митотически делится на 2, каждое из которых быстро окружается цитоплазмой, но собственная оболочка у новых клеток не формируется. Таким образом, образуются 2 голые неравные по величине клетки, окруженные общей оболочкой, имевшейся у микроспоры. Более крупная клетка называется вегетативной, более мелкая — генеративной (рис. 152).

Эти клетки и представляют собой мужской гаметофит покрытосеменных, называемый пыльцевым зерном (пылинкой). При дальнейшем развитии мужского гаметофита происходит очень важный процесс — образование 2 спермиев, который заключается в следующем. Генеративная клетка делится пополам, и образуются 2 ядра, которые затем окружаются тонким слоем цитоплазмы, превращаясь в 2 мужские гаметы — спермии. В дальнейшем спермии осуществляют процесс двойного оплодотворения у покрытосеменных растений. Образованием спермиев заканчивается развитие мужского гаметофита.

Не следует смешивать понятия микроспора, пыльца и пыльцевое зерно, как это нередко делается. Между микроспорой и пыльцой имеются существенные различия по происхождению, строению и биологической роли. Как было показано выше, микроспора образуется в результате микроспорогенеза. Она всегда одноклеточна и принадлежит к бесполому поколению — спорофиту. Пыльцевое зерно (пылинка) возникает в результате прорастания микроспоры и обязательно состоит из 2 клеток (генеративной и вегетативной,) а иногда и из 3, если в нем происходит разделение генеративной клетки на 2 спермия. Пыльцевое зерно является половым поколением — мужским гаметофитом покрытосеменных (как и у голосеменных) растений. Совокупность отдельных пыльцевых зерен называется пыльцой.

При анатомическом исследовании легко установить, что у цветковых растений каждое пыльцевое зерно имеет двойную оболочку— наружную и внутреннюю. Наружная оболочка иначе называется экзиной, внутренняя — интиной.

Экзина более толстая, кутинизированная и обычно окрашенная. Утолщена она неравномерно, местами образуются поры, имеющие существенное значение при прорастании пыльцевого зерна перед процессом оплодотворения. Поверхность экзины редко бывает гладкая, чаще оболочка ее покрыта различными бугорками, шипиками, которые способствуют прилипанию пыльцы к насекомым во время посещения ими цветков, к лучшему переносу ветром и лучшему прикреплению к рыльцу пестика. Кроме того, экзина, имея утолщенную оболочку, предохраняет пыльцевое зерно от высыхания. Экзина в основном состоит из углевода полленина.

Интина — внутренняя тонкая гладкая оболочка пыльцевого зерна; она состоит главным образом из пектиновых веществ. После опыления интина выпячивается в виде пыльцевой трубки, по которой мужские гаметы передвигаются к яйцеклетке. Зрелые пыльцевые зерна, высыпающиеся из пыльника, обычно являются двуклеточными, так как спермии образуются, как правило, уже после опыления. Генеративная клетка делится в пыльцевой трубке, развивающейся при прорастании пыльцы на рыльце пестика. Однако у некоторых растений деление генеративной клетки происходит еще в пыльцевом зерне, которое в этом случае становится трехклеточным. Считается, что трехклеточный тип строения пыльцы является

биологически более прогрессивным признаком, чем двуклеточный.

Пыльцевые зерна у различных растений имеют разнообразную, чаще шаровидную или овальную форму. Внешнее строение и форма пыльцевых зерен неодинаковы у растений различных семейств и служат хорошим систематическим признаком. У сложноцветных, например, пыльца с шипиками, у бобовых гладкая, у губоцветных сетчатая (рис. 152). По размерам пыльцевые зерна бывают микроскопически малые и довольно крупные (от 5 до 150 мкм). Число пыльцевых зерен у различных растений неодинаково и колеблется от нескольких десятков до многих тысяч.

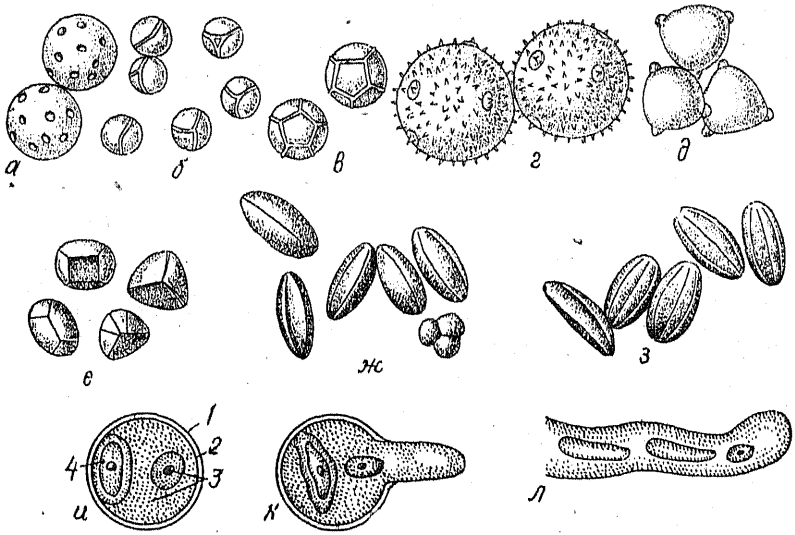


Рис. 152. Различные формы пылинок и внутреннее строение пыльцы:

а — вьюнок; *б* — конопля; *в* — гвоздика; *г* — тыква; *д* — цирцей; *е* — хохлатка; *ж* — горечавка; *з* — шалфей; *и* — внутреннее строение пыльцы; *к* — образование пыльцевой трубки; *л* — образование двух спермиев из генеративной клетки; *1* — экзина; *2* — интина; *3* — вегетативная клетка; *4* — генеративная клетка

У некоторых растений (лен) тычинки неспособны образовывать пыльцу и превращаются в стаминоди́и. Стаминодии довольно разнообразны по форме: бывают в виде нитей, чешуек, бугорков и др. и не выполняют каких-либо функций или превращаются иногда в нектарники (лютиковые).

Гинецей. Пестик — один из важнейших органов цветка покрытосеменных растений, расположенный в центре цветка. У различных видов растений в цветке может быть один или несколько пестиков. Пестик имеет листовое происхождение, он образуется из одного или нескольких видоизмененных листьев (мегаспорофиллов), которые называются плодолистиками (карпеллами). Пес-

тик иногда называют плодником, так как из завязи его после процесса оплодотворения развивается плод. Совокупность плодолистиков в цветке называется гинецеем. Пестик присущ только покрытосеменным растениям. Пестик является носителем женского пола, так как в нем образуется яйцеклетка. Типичный пестик состоит из 3 частей: нижняя его часть, обычно расширенная, называется завязью, средняя суженная — столбиком и верхняя — рыльцем (рис. 153). Все части пестика разнообразны по строению.

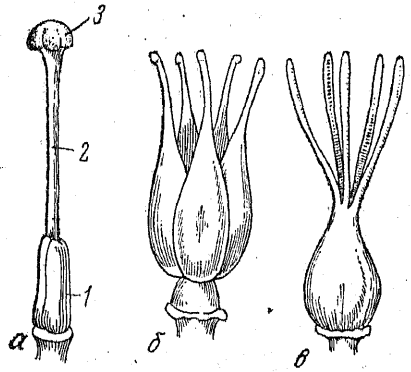


Рис. 153. Гинецей:

а — пестик лилии; *б* — апокарпный гинецей из пяти свободных пестиков; *в* — ценокарпный гинецей из одного пестика, образованного пятью сросшимися плодолистиками; *1* — завязь; *2* — столбик; *3* — рыльце

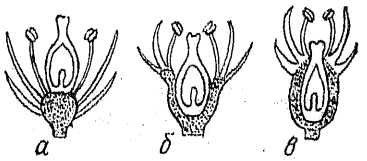


Рис. 154. Положение завязи в цветке:

а — верхняя; *б* — полунижняя (средняя); *в* — нижняя

Пестик может образоваться из одного плодолистика (бобовые), двух или нескольких (губоцветные, гвоздичные). У некоторых растений в цветке может быть несколько отдельных пестиков, как например у лютиковых и многих розоцветных. Такой гинецей называется несросшимся, или апокарпным. В тех случаях, когда гинецей формируется в результате срастания нескольких плодолистиков, он называется сростнолистным, или ценокарпным.

Наиболее примитивным гинецеем считается апокарпный (несросшийся).

В зависимости от расположения завязи по отношению к другим частям цветка различают 2 основных ее типа: верхнюю и нижнюю (рис. 154).

Верхняя завязь характерна для таких цветков, у которых все части (чашелистики, лепестки и тычинки) прикрепляются ниже завязи, под ней. Верхняя завязь, следовательно, находится на вершине цветоложа (хлопчатник, гречиха, горох, гвоздика). Нижней называется завязь, погруженная в цветоложе и срастающаяся с ним; при этом все части цветка прикрепляются на вершине завязи (огурец, укроп, подсолнечник). Существует еще и промежуточный тип завязи — полунижняя, или средняя.

Внутри завязи образуется полость, или гнездо. Завязь может быть одно-, двух- и многогнездной. Одногнездная

завязь может сформироваться из одного плодолистика, если края его не вдаются глубоко во внутреннюю полость завязи и, следовательно, не разделяют ее на гнезда. Одногнездная завязь может образоваться и из нескольких плодолистиков, если сросшиеся их концы не вдаются вовнутрь полости завязи (рис. 155).

У некоторых растений завязь формируется многими плодолистиками, которые, однако, образуют неполные перегородки и, следовательно, не разделяют полость завязи полностью, как например у мака. В тех случаях, когда края плодолистиков сильно вдаются внутрь завязи и при срастании своими концами разделяют ее на несколько камер — гнезд, завязь называется многогнездной (томаты).

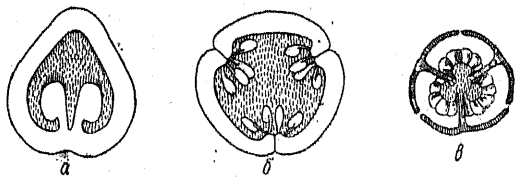


Рис. 155. Различные завязи в поперечном разрезе:

а — одногнездная из одного плодолистика; *б* — одногнездная из трех плодолистиков; *в* — трехгнездная из трех плодолистиков

С точки зрения исторического развития более древней считается верхняя завязь, более молодой — нижняя, которая развилась как средство для лучшей защиты семяпочек от внешних воздействий.

Внутри завязи находятся одна или несколько семяпочек, из которых после процесса оплодотворения образуются семена, поэтому семяпочки называются иначе семязачатками. Из каждой семяпочки развивается только одно семя. В завязи бывает различное количество семяпочек в зависимости от вида растений. Одни виды растений имеют в завязи одну семяпочку (пшеница ,овес, вишня), другие — несколько (огурец, хлопчатник), а у некоторых растений семяпочек в завязи бывает очень много (мак). В зависимости от количества семяпочек в завязи у растений образуется одно (вишня) или более семян. Наличие нескольких семяпочек хорошо заметно в завязи яблони.

То место завязи, к которому прикрепляется семяпочка, называется семяносцем, или плацентой. Через семяносец в семяпочку поступают питательные вещества.

При анатомическом исследовании семяпочки различаются следующие составные части: семяножка, нуцеллус, покровы, микропиле, халаза (рис. 156).

Семяножка представляет собой короткую ножку семяпочки, при помощи которой она прикрепляется к плаценте.

Нуцеллус — это развитая паренхиматическая ткань, которая занимает центральную часть семяпочки. Часто нуцеллус, как центральную часть, называют ядром семяпочки. Нуцеллус окружен со всех сторон покровами, состоящими из особых клеток.

Покровы иначе называются интегументами, их может быть 1 или 2 — наружный и внутренний. Большинство дву-

дольных растений имеет 1 интегумент, у однодольных их обычно 2. Интегументы покрывают нуцеллус не сплошь. С одной стороны, чаще сверху семяпочки, они не соединяются, образуя небольшое отверстие, которое называется микропиле, или пыльцевход.

Та часть семяпочки, которая находится в противоположной стороне от пыльцевхода, называется халазой.

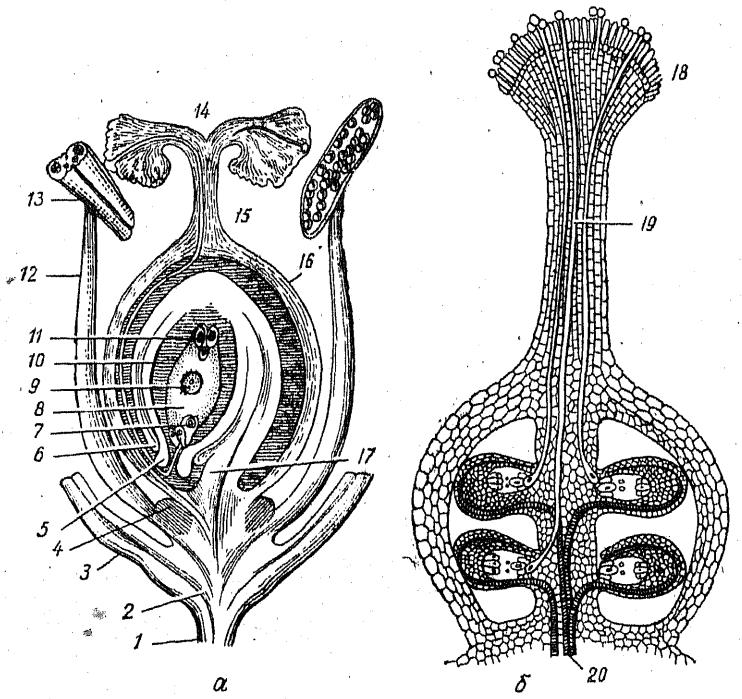


Рис. 156. Схема строения цветка:

а — завязь с одной семяпочкой; *б* — завязь с четырьмя семяпочками; *1* — цветоножка; *2* — цветоложе; *3* — обрезанные листочки околоцветника; *4* — нектарники; *5* — внутренний покров семяпочки (интегумент); *6* — наружный интегумент; *7* — яйцеклетка и 2 синергиды; *8* — зародышевый мешок; *9* — вторичное ядро зародышевого мешка; *10* — нуцеллус; *11* — 3 антиподы; *12* — тычиночная нить; *13* — пыльник; *14* — рыльце; *15* — столбик; *16* — стенки завязи; *17* — семяножка; *18* — пыльцевые зерна, прорастающие на рыльце; *19* — пыльцевые трубки; *20* — проводящие пучки

Форма семяпочек бывает довольно разнообразная, но чаще всего овально-яйцевидная. По положению к семяножке семяпочки бывают прямые, обратные и изогнутые.

Семяпочка образуется на поверхности плаценты в виде небольшого бугорка, который быстро разрастается, образуя сначала центральную часть семяпочки — нуцеллус, затем интегументы — покровы семяпочки. Семяпочка является мегаспорангием, так как в ней развиваются мегаспоры.

Мегаспорогенез — очень сложный процесс образования особых крупных клеток, которые называются мегаспорами.

На ранних стадиях развития семяпочки перед появлением интегументов в нуцеллусе обособляется обычно одна клетка, которая отличается от остальных окружающих клеток своим большим размером, более крупным ядром и более густой цитоплазмой. Она называется археспориальной клеткой, или материнской клеткой мегаспор. В семяпочке происходит процесс мейоза: материнская клетка мегаспоры быстро растет и затем дважды делится — редукционно и митозом. В результате образуются 4 гаплоидные клетки, т. е. тетрада мегаспор. Эти 4 клетки вначале располагаются в определенном порядке — одна под другой — и имеют более или менее одинаковые размеры. В дальнейшем эти клетки развиваются неодинаково. Только одна мегаспора из 4, обычно нижняя, продолжает быстро расти и постепенно сжимает 3 остальные, выше расположенные клетки, которые отстают в росте, рассасываются и исчезают. Оставшаяся мегаспора продолжает расти, претерпевая большие изменения, и в конечном итоге дает начало зародышевому мешку.

Весь процесс образования зародышевого мешка происходит следующим образом. В оставшейся одной, разросшейся мегаспоре ядро делится митотически на 2 ядра, каждое из которых отходит к разным полюсам (концам) клетки, но при этом сохраняется общая оболочка мегаспоры. В это время клетка сильно вытягивается, и между 2 полярными ядрами в центре ее образуется крупная вакуоль.

Такая крупная клетка с 2 ядрами часто называется двуядерным зародышевым мешком, или диадой. Внешне эта клетка напоминает мешок, откуда и произошло название. Двуядерная клетка не остается в стадии покоя, каждое из 2 ее ядер делится митотически еще дважды.

Таким образом, при образовании зародышевого мешка происходит 3 последовательных деления ядра мегаспоры. Следовательно, вполне сформировавшийся зародышевый мешок содержит 8 ядер, из которых 4 находятся на одном полюсе зародышевого мешка и 4 — на другом. Каждое из 8 ядер имеет гаплоидный набор хромосом. Все 8 ядер лежат в массе цитоплазмы, окруженной оболочкой мегаспоры (рис. 157).

В дальнейшем перед процессом оплодотворения или в начале его (у различных растений это происходит неодинаково) от полюсов к середине зародышевого мешка отходит по одному ядру, каждое из которых называется полярным. Здесь полярные ядра сливаются и образуют одно ядро, которое называется вторичным ядром зародышевого мешка, или центральным ядром. В результате слияния 2 гаплоидных ядер оно содержит уже двойное (диплоидное) число хромосом. На каждом полюсе зародышевого мешка сохраняется по 3 ядра. В дальнейшем все 7 ядер в зародышевом мешке постепенно окружаются цитоплазмой, и, следователь-

но, образуется 7 голых клеток. Эти клетки имеют различное название и назначение. Клетки, сосредоточенные у микропиле (их 3), образуют яйцевой аппарат. Одна из клеток яйцевого аппарата, обычно наиболее крупная, является яйцеклеткой (женская гамета), а 2 другие, расположенные по бокам яйцеклетки, называются синергидами.

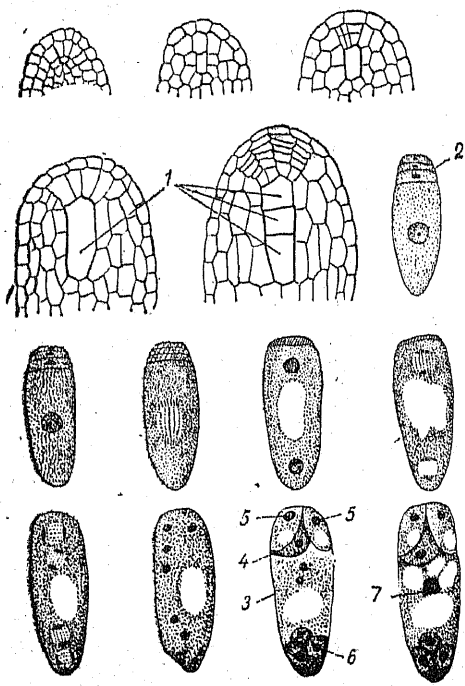


Рис. 157. Различные стадии развития зародышевого мешка:

1 — археспорий; *2* — отмирающие мегаспоры; *3* — зародышевый мешок; *4* — яйцеклетка; *5* — синергиды; *6* — антиподы; *7* — вторичное ядро зародышевого мешка

Клетки, сосредоточенные у другого конца зародышевого мешка, т. е. у халазы (их также 3), называются клетками - антиподами. В центре зародышевого мешка располагается вторичное ядро зародышевого мешка. О значении отдельных клеток зародышевого мешка сказано при рассмотрении двойного оплодотворения.

Такое типичное развитие зародышевого мешка свойственно значительному большинству покрытосеменных растений, но бывают и отклонения от типичного развития и строения зародышевого мешка. В зародышевом мешке может образоваться не 3 антиподы, а значительно больше — до 150, а в других случаях их может быть всего 1...2. Вторичное, или центральное, ядро зародышевого мешка может образовываться не из 2 ядер, а из большего количества (до 14). Бывают и другие отклонения в процессе формирования зародышевого мешка.

Столбик пестика обычно имеет цилиндрическую форму и различную длину.

Рыльце — верхняя часть пестика — у различных видов растений имеет очень разнообразную форму — шаровидную, округлую, перистую, лопастную и др. Обычно рыльце пестика бывает покрыто сосочками или волосками и выделяет особую клейкую жидкость — все эти особенности строения рыльца способствуют лучшему удержанию пыльцы, которая попадает на него во время процесса опыления. Нередко столбик пестика бывает неразвит, тогда рыльце расположено непосредственно на завязи и называется сидячим.

Нектарники (медовики). Это специальные желёзки, выделяющие нектар, который представляет собой сладкий сок, служащий пищей для многих насекомых. Нектар — очень сложное по химическому составу вещество, он содержит сахара, ароматические, минеральные вещества, ферменты, витамины и пр. Развиты нектарники преимущественно у насекомоопыляемых растений. Нектар привлекает насекомых, которые, собирая его, осуществляют опыление цветков.

Образуются нектарники чаще всего в глубине цветков, у основания пестика или тычинок. При сборе нектара с таких цветков насекомые всегда касаются рыльца и пыльников и, следовательно, осуществляют опыление. Нектарники могут находиться и вне цветка. Форма и величина их очень разнообразны, часто они имеют вид бугорков, дисков и др. Форма и расположение нектарников являются наследственно постоянными для каждого вида. Наличие нектара в цветках отдельных растений различно. Сбор пчелами меда с донника достигает за вегетационный период 286 кг, с шалфея — 917 кг с 1 га. Для того чтобы собрать 1 кг меда с посевов клевера лугового, пчела должна посетить около 6 млн. его цветков.

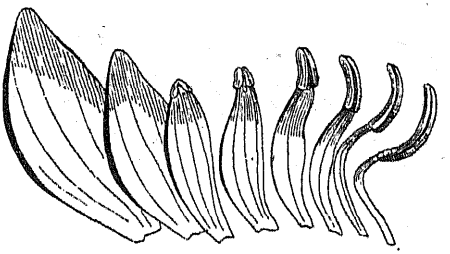


Рис. 158. Последовательное превращение тычинок в лепестки у цветка кувшинки белой

Махровость цветков. Это своеобразное видоизменение цветка вследствие утраты какой-либо его части (полностью или частично). Чаще всего махровость цветка проявляется в результате превращения тычинок или пестиков в лепестки венчика. Бывает превращение и чашелистиков в лепестки венчика. Превращение тычинок и пестиков в лепестки может быть полное или частичное (рис. 158). Когда все тычинки и пестики в цветке, разрастаясь, превращаются в лепестки, цветок становится бесполым и не может давать семян (левкой). В таком случае растение может размножаться только вегетативным способом (черенками). Чаще встречается неполная махровость цветка, в лепестки превращаются либо только тычинки (роза, лютик, пион, мак и др.), либо только пестики (представители семейства розоцветные).

Причины появления махровости у цветков не совсем еще ясны. Установлено, что усилению махровости способствуют обильное питание растений, перемена условий возделывания, скрещивание и т. д. Явление махровости чаще встречается у цветков, опыляемых насекомыми. Махровость — широко распространенное явление среди декоративных растений (роза, пион, мак).

Наглядным примером превращения цветка в лепестки может служить всем хорошо известный цветок водного растения — кув-

шинки белой, которая широко распространена по прудам и озерам. При рассмотрении цветка кувшинки белой легко обнаружить постепенное превращение тычинок в лепестки.

Размеры цветков. Размеры цветков различных растений сильно колеблются — от 1 мм до 1 м в диаметре. Самым крупным считается цветок паразитирующего тропического растения — раффлезии, произрастающей на о-ве Суматра. Раскрывающийся цветок этого растения имеет мясо-красную пятнистую окраску, достигает в диаметре 1 м и весит 4...6 кг. Царица ночи из семейства кактусовые имеет цветки 25...30 см в диаметре, одиночные, на длинных цветоножках, внутри белые, снаружи коричневые, очень душистые.

Запах цветков. Общеизвестно, что цветки многих растений обладают специфическим запахом вследствие выделения ими различных летучих веществ. Запах цветков улавливается насекомыми на большом расстоянии и служит для них ориентиром при отыскании нужного растения для сбора с него пыльцы и нектара. Цветки таких растений, как роза, ландыш, резеда, сирень, магнолия, жасмин и многие другие, обладают приятным запахом. Но есть растения, цветки которых имеют неприятный запах селедки (боярышник, калина), клопов (клоповник, незрелый кориандр), навоза или гнили (кирказоны, аронники), трупный запах (раффлезия).

Интересно, что некоторые близкие виды одного рода резко отличаются друг от друга по запаху своих цветков. Например, прекрасный нежный запах душистого горошка свойствен только этому виду, другие виды этого рода не обладают таким запахом. Запах цветков — признак наследственный и очень трудно поддается изменению.

Половой диморфизм. Наличие пола у цветковых растений долгое время совершенно отрицалось, или в понятие «пол растения» вкладывалось неопределенное содержание, хотя еще древние философы (Аристотель и др.) высказывали предположение о наличии пола у растений.

Степень и характер половой дифференциации у растений очень разнообразны. Половые органы развиваются не у всех растений, которым присущ половой процесс. Например, у некоторых водорослей (диатомовых, конъюгат), у базидиальных грибов дифференцированные половые органы отсутствуют, а половой процесс имеется. При половом процессе этих растений происходит слияние протопластов внешне сходных, но физиологически различных вегетативных клеток.

У других, более высокоорганизованных водорослей имеются половые органы — одноклеточные или многоклеточные (у некоторых бурых водорослей), они имеют специальные название — гаметангии, т. е. органы, в которых развиваются гаметы.

У зеленых и некоторых бурых водорослей развиваются мужские (антеридии) и женские (оогонии) половые органы, которые чаще всего являются одноклеточными и отличаются от обычных вегетативных

клеток своей величиной: оогонии более крупные, а антеридии более мелкие.

У моховидных и папоротниковидных половые органы многоклеточные, микроскопически малые, определенной формы; женские половые органы называются у них архегониями, мужские — антеридиями. В антеридиях образуются мужские половые клетки — сперматозоиды, в архегониях — яйцеклетки (см. подробнее при описании этих растений).

В процессе исторического развития растений наблюдаются редукция (уменьшение величины) половых органов и упрощение их строения. Особенно сильно они редуцированы у цветковых растений, у которых половые органы по существу отсутствуют, у них имеются только половые клетки. Некоторые ботаники считают возможным признать у покрытосеменных растений за женский половой орган трехклеточный яйцевой аппарат в зародышевом мешке (яйцеклетку и 2 синергиды), а за мужской — лишь одну генеративную клетку в пылинке.

У большинства цветковых растений имеются довольно ясные отличительные признаки, по которым легко установить оба пола.

Как уже указывалось, у цветковых растений носителем мужского пола являются тычинки, а носителем женского пола — пестики. Тычинки и пестики не являются половыми органами цветковых растений, а поэтому и называть их так нельзя.

В зависимости от наличия в цветке тычинок и пестиков различают 2 основных типа цветков — обоеполые (гермафродитные) и однополые. В том случае, когда цветок несет тычинки и пестики, он называется обоеполым (яблоня, горох, пшеница, картофель). Если в цветке имеются только тычинки или только пестики, он называется *однополым*, или *раздельнополым*. Цветки, несущие только тычинки, называются *тычиночными*, или *мужскими* (тычиночные цветки огурца, тыквы, арбуза), а несущие только пестики — *пестичными*, или *женскими* (пестичные цветки огурца, тыквы, арбуза).

В зависимости от расположения тычиночных и пестичных цветков на растениях различают растения однодомные и двудомные. *Однодомные растения* (огурец, тыква, арбуз и др.) имеют на одном экземпляре однополые цветки, т. е. и тычиночные (мужские), и пестичные (женские). *Двудомные растения* (конопля, хмель, крапива и др.) имеют на одном экземпляре только тычиночные (мужские) цветки, а на другом — только пестичные (женские).

Встречаются, хотя и редко, *трехдомные виды*, у которых одни растения образуют только мужские цветки, другие — только женские, а третьи — имеют обоеполые цветки (смолевка).

Кроме того, существуют и так называемые *многодомные*, или *полигамные* (многобрачные) растения, у которых имеются и однополые (тычиночные и пестичные), и обоеполые цветки, причем

все типы цветков могут находиться на одном растении (виды ясеня, клена и др.).

Распределение пола в цветках растений может изменяться под влиянием различных внешних условий — температурного режима, длины дня, воздействия рентгеновских лучей и др. Так, например, у дыни при избыточном азотном питании значительно увеличивается число пестичных цветков по сравнению с тычиночными. У огурца при пониженной влажности воздуха увеличивается количество тычиночных цветков. Изменение пола у растений искусственным путем имеет большое практическое значение и в первую очередь для повышения количества и качества урожая (бахчевые культуры, конопля, кукуруза и др.).

Развитие цветка. Развивается цветок обычно из наружной пазушной цветочной почки. Части цветка формируются на цветоложе в виде бугорков. Бугорки закладываются кругами, которые соответствуют кругам отдельных частей цветка (чашелистики, лепестки, тычинки, пестики), причем образование отдельных составных частей цветка происходит постепенно, от внешней стороны цветоложа к внутренней. Следовательно, сначала закладываются на цветоложе бугорки, дающие начало чашелистикам, а затем поочередно развиваются остальные части цветка. У тычинки сначала формируется пыльник, а затем тычиночная нить. Различие в развитии правильного и неправильного цветка заметно бывает даже в начальной стадии его формирования. При формировании неправильного цветка на цветоложе появляются бугорки явно различной формы и величины.

Формулы и диаграммы цветков. В целях сокращения описания строения отдельных цветков в ботанике употребляются формулы и диаграммы, которые дают наглядное представление о строении цветка.

В ботанике название растений дается на латинском языке, на этом же языке называются и отдельные органы, части и члены цветка.

Формула цветка — это буквенное обозначение отдельных частей цветка, причем каждая часть его обычно обозначается начальной буквой латинских названий этих частей цветка или сокращенно по-русски. Например, околоцветник простой обозначается P (perigonium) или Окл., чашечка — Ca (calyx) или Чш., венчик Co (corolla) или Внч., андроцей — A (androeceum) или Тч., гинецей — G (gynoeceum).

Число членов цветка в каждом круге обозначается цифрами или специальными условными значками. В тех случаях, когда число членов цветка бывает больше 12, оно обозначается знаком бесконечности (∞), а отсутствие тех или иных членов отмечается знаком 0 (нуль) или совсем не указывается. Для обозначения сросшихся членов цветка употребляется знак скобки. Знак плюс (+) указывает, что данная часть цветка образует несколько кругов. Верхняя завязь указывается чертой под цифрой гинецея, а нижняя — над цифрой

гинецея. Правильный (актиноморфный) цветок, имеющий несколько плоскостей симметрии, обозначается звездочкой (*) или кружком с крестом (⊗), неправильный (зигоморфный) цветок — стрелкой (↑) или вертикальной чертой с 2 точками по бокам (⁞). Однополые пестичные (женские) цветки изображаются значком ♀, однополые тычиночные (мужские) ♂, а обоеполые цветки ☿.

Приведем несколько примеров условных обозначений строения цветков, чтобы иметь представление об их формуле:

Лютик: * Ca_5 Co_5 A ∞ G $\underline{\infty}$
Сурепка: * Ca_{2+2} Co_4 A_{2+4} $G_{(\underline{2})}$
Яблоня: * Ca_5 Co_5 A_{10+5+5} $G_{(\underline{5})}$

Из этих примеров формулу строения цветка лютика, например, можно расшифровать следующим образом: цветок правильный, чашечка из 5 чашелистиков, венчик из 5 лепестков, тычинок много, пестиков много, завязь верхняя.

Часто цветки обозначаются диаграммами. Диаграмма цветка — это проекция частей цветка на горизонтальную плоскость. При составлении диаграммы цветка применяют условные знаки.

Происхождение цветка. Цветок представляет собой специфический орган цветковых, или покрытосеменных, растений, которые являются наиболее молодой группой растений по сравнению с другими представителями растительного мира. У растений, которые появились на Земле раньше цветковых, в том числе у папоротников и голосеменных, цветок отсутствует.

По мнению большинства ученых, появление цветка связано с появлением в юрский период большого числа сосущих насекомых, что явилось толчком для образования у растений нектарников. С точки зрения исторического развития более древним считается цветок обоеполый. Однополый цветок, мужской или женский, вторичного происхождения. Однополые цветки появились из обоеполых, доказательством этого может служить нередкое явление наличия обоеполых цветков у растений с однополыми цветками (например, огурец, дыня и др.). Еще чаще у растений с однополыми цветками отмечается наличие недоразвитых, зачаточных органов другого пола цветка. Наиболее совершенным является цветок с яркоокрашенным околоцветником, внутри которого образуется нектар и выделяются ароматические вещества. Такой цветок заметен издали и охотно посещается насекомыми.

То огромное разнообразие форм, строения, окраски, запахов цветков, что мы наблюдаем в настоящее время, объясняется тем, что в процессе эволюции растительного мира происходило приспособление цветка к условиям опыления и к той внешней среде, которая его окружала.

Существует несколько теорий происхождения цветка, но более распространенными из них являются стробилярная, псевдантовая и теломная.

Стробилярная, или эуантовая, теория, разработанная Ч. Бесси и Г. Галлиром в конце XIX в., рассматривает цветок как видоизмененный побег; иначе она называется теорией настоящего цветка. Согласно этой теории впервые цветок появился у беннеттитов. Для этих вымерших голосеменных растений было характерно наличие укороченных спорофиллоносных побегов, которые имеют специальное название — стробилы (шишки), откуда и получила свое название эта теория. Первоначальные цветки, по этой теории, были крупные, с длинным цветоложем, обоеполые, с большим количеством тычинок и пестиков. Из ныне существующих покрытосеменных растений до некоторой степени сходные цветки имеют магнолиевые, кувшинковые, лютиковые, которые относятся к порядку многоплодниковые. Согласно стробилярной теории части цветка имеют листовое происхождение.

С точки зрения псевдантовой теории (теории ложного цветка), предложенной Р. Веттштейном (1893), цветок в современном понимании рассматривается как целое соцветие, в котором каждый плодолистик и каждая тычинка принимаются за простые цветки. Из современных покрытосеменных растений, по данной теории, наиболее примитивными являются растения с мелкими, невзрачными цветками, содержащими немногочисленные части цветка (семейства березовые, буковые, ореховые). Эти теоретические предположения Р. Веттштейна не подтверждены фактическим материалом, псевдантовая теория происхождения цветка не получила широкого признания.

Теломная теория наиболее новая. Она была сформулирована в 30-х годах XX в. немецким ботаником В. Циммерманом. Согласно этой теории части цветка происходят из цилиндрических, осевых органов, которые у вымерших растений — псилофитов — называются теломом, т. е. безлистным стеблем. Таким образом, по теломной теории, части цветка имеют не листовое, а стеблевое (осевое) происхождение, и только чашелистики считаются видоизменением листьев.

Первые две теории происхождения цветка называются фолиарными, т. е. листовыми, так как они предполагают, что все члены цветка произошли из листьев.

Из всех рассмотренных теорий цветка в настоящее время у ботаников наибольшим признанием пользуется стробилярная.

С точки зрения эволюционного развития растительного мира, считается, что наиболее древней исходной формой цветка является цветок правильный, обоеполый, с большим количеством тычинок и пестиков, со спиральным расположением частей, с двойным околоцветником.

Соцветие. Цветки редко расположены на растении по одному, как например у мака, тюльпана, пиона и др. Чаще цветки собраны на растении группами и образуют соцветие. Соцветие — это группа цветков, собранных на растении в определенном порядке. Представители отдельных семейств, как правило, характеризуются

свойственной им формой соцветия. Так, например, все виды семейства сложноцветные (астровые) имеют соцветие корзинку — подсолнечник, ромашки, одуванчики и др.

В природе встречается большое разнообразие соцветий, которые объединяются в 2 большие группы: 1) соцветия ботрические, или неопределенные; 2) соцветия цимозные, или определенные.

Ботрические, или неопределенные, соцветия. Эти соцветия характеризуются следующими признаками: ветвление у них моноподиальное, главная ось заканчивается не цветком, а конусом нарастания, и поэтому соцветие продолжает расти неопределенно долгое время. Для этой группы соцветий характерно неодновременное распускание отдельных цветков, сначала у них зацветают нижние цветки, постепенно цветение переходит кверху. Таким образом, у ботрических соцветий самые старые цветки сосредоточены у основания, а молодые — на верхушке. К этой группе соцветий относятся колос, початок, сережка, султан, кисть, метелка, щиток, зонтик, головка, корзинка (рис. 159). Ботрические соцветия подразделяются в свою очередь на простые и сложные.

Простые соцветия. К простым ботрическим соцветиям относятся такие, у которых по бокам главной оси образуются отдельные цветки. К этой группе соцветий относятся колос простой, початок простой, сережка, кисть, щиток простой, зонтик простой, головка и корзинка.

У соцветия колос простой на тонком стержне расположены сидячие цветки (например, у подорожника).

Початок простой отличается от колоса мясистой осью, на которой расположены сидячие, как и у колоса, цветки (белокрыльник).

Соцветие сережка похоже на простой колос, но имеет нежный, поникающий основной стержень, который направлен не вверх, как у колоса, а вниз. На главной оси соцветия расположены отдельные цветки (тополь, ольха, орешник, береза).

У соцветия кисть на основном стержне прикреплены отдельные цветки, сидящие на длинных более или менее одинаковых цветоножках (черемуха, сурепка и др.). У некоторых растений цветки расположены с одной стороны оси, т. е. получается однобокая кисть (ландыш).

Щиток простой сходен с кистью, но у щитка нижние цветоножки длиннее верхних, и поэтому цветки его расположены на одном уровне, в одной плоскости (рябина, груша, калина, боярышник).

У зонтика простого цветки сидят на длинных цветоножках, которые выходят из одного места на верхушке побега и расходятся в разные стороны, как спицы у зонтика, откуда и получило это название данное соцветие. У основания цветоножек зонтика часто имеются группы мелких, узких листочков, которые образуют обертку зонтика (вишня, лук).

У соцветия головка к главной, очень укороченной и утолщенной оси прикреплены со всех сторон почти сидячие цветки, отчего образуется округлая в виде головки форма соцветия (виды клевера).

Соцветие корзинка имеет сильно расширенную, плоскую или несколько выпуклую главную ось, на таком общем ложе расположены сидячие цветки. Это соцветие часто состоит из двух типов

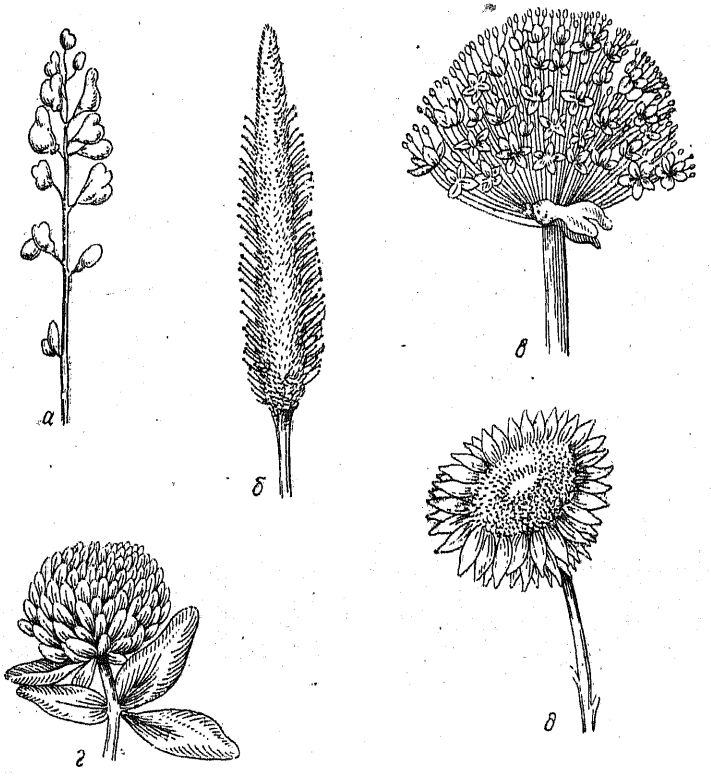


Рис. 159. Простые соцветия:

а — кисть; *б* — простой колос подорожника; *в* — простой зонтик лука; *г* — головка клевера лугового; *д* — корзинка подсолнечника

цветков, которые окружены со всех сторон (часто в 2 ряда) видоизмененными листьями — листовой обверткой. Такое соцветие свойственно представителям сложноцветных (подсолнечник, ромашка, василек). У некоторых растений корзинки собраны в щиток (тысячелистник) или в метелку (полыни).

Сложные соцветия. В отличие от простых у сложных соцветий на главном стержне образуются не отдельные цветки, а группы цветков (простые соцветия). Таким образом, сложные соцветия состоят из нескольких простых соцветий. К этой группе

соцветий относятся сложный колос, сложный зонтик, сложный початок, метелка (рис. 160).

У с л о ж н о г о к о л о с а колосовой стержень не прямой, а ступенчатый, и на каждом выступе этого стержня сидит не один цветок, а группа цветков, которая образует простое соцветие, называемое к о л о с к о м (пшеница, ячмень, рожь).

В отличие от простого у сложного зонтика на первых цветоносах (лучах) сидят не цветки, а группа простых зонтиков на длинных цветоносах, которые расходятся в разные стороны. Таким образом, соцветие сложный зонтик состоит из нескольких простых зонтиков.

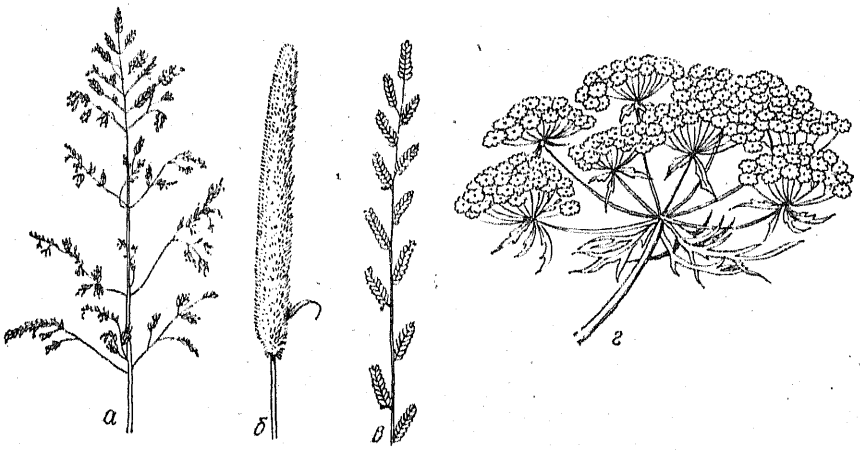


Рис. 160. Сложные соцветия:

а — метелка полевицы; *б* — султан тимофеевки; *в* — сложный колос райграса пастбищного; *г* — сложный зонтик моркови

Сложный зонтик иногда имеет у основания листовую обертку, а каждый простой его зонтик может иметь еще оберточку. Соцветие солжный зонтик имеют представители семейства зонтичные (морковь, укроп, петрушка).

У м е т е л к и центральный стержень разветвляется, а на концах этих разветвлений сидят отдельные цветки или простые колоски (овес, полевица, овсяница, сорго).

Ц и м о з н ы е, и л и о п р е д е л е н н ы е, с о ц в е т и я. Соцветия этой группы имеют симподиальное и ложнодихотомическое ветвление. Главная и боковые ветви заканчиваются цветком. После его образования они заканчивают свой рост, причем последующие ветви перерастают предыдущую. Верхний цветок распускается первым, и следовательно, распускание цветков у цимозных соцветий происходит центробежно, а не снизу вверх, как у ботрических. К определенным соцветиям относятся развилина, извилина, завиток, ложный зонтик.

Р а з в и л и н а (дихазий) имеет следующее строение. Под цветком главной оси образуются 2 супротивно расположенные ветви (оси), за-

канчивающиеся цветком. В дальнейшем каждая из этих осей также образует 2 супротивно расположенные оси (гвоздика).

У соцветия и з в и л и н а развивается только одна боковая ось, которая перерастает главную и заканчивается цветком; боковые оси отходят попеременно то вправо, то влево (гладиолус, ирис, гравилат).

Соцветие з а в и т о к сходно с извилиной, но боковые оси у него направлены в одну сторону (незабудка).

Извилина и завиток являются м о н о х а з и е м — у них образуется последовательно по одной боковой оси.

У соцветия л о ж н ы й з о н т и к (плейохазий) ниже цветка, которым заканчивается главная ось, развивается несколько боковых осей, перерастающих главную ось и расположенных мутовкой (молочай).

В природе, помимо указанных, встречается немало смешанных соцветий (конский каштан, ольха).

Эволюция соцветий шла в направлении увеличения количества цветков в соцветии, уменьшения размеров цветков и объединения их в компактные группы, которые лучше заметны для опыляющих насекомых.

Цветение растений. Образование плодов и семян, а следовательно, размножение и распространение растений семенами связано с процессом цветения растений.

Под цветением растений обычно подразумевается период от начала раскрывания первых цветков до отцветания последних. Однако существуют растения, у которых цветки совсем не раскрываются (клейстогамные), и такие, у которых цветки без околоцветника — голые (ясень, ива). У таких цветков началом цветения следует считать время созревания тычинок и пестиков. Процесс цветения различных растений происходит неодинаково.

Образованию цветков и процессу цветения предшествует в растении накопление большого количества питательных веществ, необходимых на построение цветков. Поэтому у древесных растений и кустарников, которые запасают питательные вещества с осени, цветение обычно начинается рано весной. У однолетних же растений цветение наступает не раньше чем через 20...50 дней после посева.

Не в одно время зацветают отдельные виды растений и в течение суток. Например, лен и хлопчатник зацветают рано утром, и к полудню почти все зацветшие в этот день цветки вянут, а цветки душистого табака распускаются, наоборот, вечером перед заходом солнца, ночью они открыты, а к утру закрываются. Цветение растений в различные часы суток связано с приспособлением их к насекомым, опыляющим цветки утром, днем или ночью.

Продолжительность цветения отдельных растений различна. Древесные растения цветут в продолжение 6...15 дней (яблоня, груша, ясень, береза и др.), полевые культуры (пшеница, овес, рожь, подсолнечник и др.) — 8...14 дней.

Продолжительность цветения одного соцветия у различных растений также неодинакова, и зацветают цветки в соцветии не в одно время. У ржи, например, цветки зацветают с середины колоса, у пшеницы — снизу вверх, в кисти цветки также начинают цвести от основания вверх. В корзинке подсолнечника первыми зацветают крайние цветки, а последними — центральные. Продолжительность цветения одного цветка у растений тоже неодинакова. У льна, например, отдельный цветок цветет всего несколько часов, после чего лепестки завядают и опадают; у хлопчатника — 1 день; у гороха, донника, вики — 5 дней, а у орхидей в тропиках цветение отдельного цветка может продолжаться до 70...80 дней (пока не произойдет опыление).

Различные растения в течение лета зацветают в разное время, поэтому на лугах, в степях можно наблюдать цветение растений длительный период. У древесных растений первое цветение обусловливается их возрастом; дуб, например, зацветает впервые на 50... 100-м году жизни, липа — на 20...25-м, береза — на 10...15-м году.

Цветение, а следовательно, и плодообразование у различных видов растений происходит в течение их жизни либо один, либо несколько раз.

Однолетние и двулетние растения, как правило, цветут один раз в жизни (пшеница, рожь, морковь, свекла и др.), после цветения и плодоношения они гибнут. Такие растения называются монокарпическими. К монокарпическим растениям относятся и некоторые многолетние, например бамбук, агава; они цветут только один раз в жизни, а затем погибают.

Растения, которые в течение своей жизни цветут несколько раз, называются поликарпическими. К этой группе растений относятся почти все многолетние растения, как древесные, так и травянистые: плодовые деревья (яблоня, груша и др.), многолетние травы (клевер, тимофеевка, костер и др.).

У многих древесных и кустарниковых растений наблюдается периодичность цветения: годы с обильным цветением растений обычно сменяются годами со слабым цветением, когда образуется малое количество цветков. От количества цветков зависит и урожай плодов.

Периодичность цветения и плодоношения обусловливается разными причинами. У древесных растений цветочные почки, как правило, закладываются летом. Если год был благоприятным для цветения, образовавшиеся плоды поглощают бóльшую часть питательных веществ, вырабатываемых растением, вновь образуемые цветочные почки попадают в неблагоприятные условия питания и, следовательно, развиваются в недостаточном количестве, в результате и урожай плодов на следующий год бывает ниже. Периодичность цветения и плодоношения древесных растений можно в значительной мере ликвидировать своевременным внесением удобрений.

Среди тропических древесных растений существуют такие, которые, начав цвести, в дальнейшем цветут всю жизнь, не переставая

(какао, кокосовая пальма). У таких растений созревание плодов происходит в течение всего года. У некоторых растений наблюдается суточный ритм цветения, т. е. приуроченность цветения к определенному периоду суток.

У большинства растений процесс цветения происходит при открытых цветках (яблоня, картофель, рожь, свекла, береза и др.), а у некоторых — при закрытых цветках (ячмень, горох, пшеница, кислица и др.).

На цветение растений оказывают большое влияние условия внешней среды. Сухая, солнечная погода и недостаток влаги в почве ускоряют цветение, и наоборот влажная прохладная погода растягивает этот процесс. Цветение можно искусственно ускорить или затормозить. Сильно влияют на характер цветения агротехнические мероприятия. Например, обильное азотное удобрение способствует удлинению периода вегетации растений и растягивает их цветение. Калийные, фосфорные, марганцевые удобрения, наоборот, сокращают срок цветения растений и ускоряют образование цветков. Обрезка деревьев и кустарников, а также обрывание листьев (чайные кусты) отрицательно влияют на формирование цветков. Древесные растения в густых насаждениях зацветают позднее, чем одиночно стоящие деревья.

Внешние условия оказывают большое влияние также на развитие рыльца и прорастание пыльцы, а следовательно, и на процесс опыления и оплодотворения. Поэтому, если в период цветения погодные условия неблагоприятны, эти процессы проходят ненормально, что влечет за собой снижение урожая плодов любого растения.

Явление «сна». У цветков многих растений, как и у листьев, наблюдается явление «сна», т. е. цветки в определенный период суток закрываются, причем у большинства растений цветки начинают впадать в состояние «сна» с вечера, а у других растений (табак душистый), наоборот, — с раннего утра.

Опыление и оплодотворение. Это тесно взаимосвязанные сложные биологические процессы.

О п ы л е н и е — перенос пыльцы из зрелых пыльников на рыльце пестика цветка. В результате длительной эволюции у покрытосеменных растений возникло большое разнообразие цветков, приспособленных к различным способам опыления.

Все разнообразие опыления растений объединяется в 2 основных способа: самоопыление и перекрестное опыление. Самоопыление иначе называется автогамией, а перекрестное опыление — ксеногамией.

С а м о о п ы л е н и е, и л и а в т о г а м и я. Растения, у которых пыльца из пыльника попадает на рыльце того же цветка, называются самоопыляющимися, а процесс — самоопылением. К самоопыляющимся растениям относятся горох, ячмень, фасоль, пшеница, овес и др. Наиболее строгими самоопылителями считаются ячмень и горох. У ячменя пыльники созревают и лопаются еще тогда, когда колос не выходит наружу и находится во влагалище листа,

а колосковые и цветковые пленки закрыты. У гороха процесс опыления происходит тогда, когда цветок находится еще в фазе бутона, т. е. не раскрыт, тычинки и пестики его закрыты лепестками венчика и чашелистиками, а поэтому попадание чужой пыльцы на рыльце пестика затруднено. У этих растений исключена возможность опыления чужой пыльцой, но в отдельных случаях и у них может происходить перекрестное опыление.

У растений имеются различные приспособления к процессу самоопыления. У самоопыляющихся растений обычно тычинки и пестики созревают одновременно. Часто пыльники расположены выше рыльца, что облегчает попадание пыльцы при ее высыпании на рыльце пестика того же цветка (сирень). Пыльца у них обычно крупная и тяжелая. Нередко у самоопыляющихся растений опыление происходит в ранние фазы, когда цветок их находится еще в закрытом состоянии.

Самоопыление бывает т и п и ч н о е (автогамия) — пыльца одного цветка попадает на рыльце того же цветка, и н е т и п и ч н о е (гейтоногамия) — пыльца переносится на рыльце другого цветка, но в пределах одного растения. Постоянных (облигатных) самоопыляющихся растений нет. У каждого самоопыляющегося растения возможно в определенных условиях и перекрестное опыление. Нередко при неблагоприятных условиях (в частности, засухе) самоопыляющиеся растения цветут открыто, т. е. цветки их раскрываются до самоопыления, в таких случаях возможно попадание на рыльце пыльцы с других цветков и даже других растений, в результате происходит перекрестное опыление. Растения, у которых возможно самоопыление и перекрестное опыление, называются факультативными (необязательными) самоопылителями (пшеница, овес и др.).

Более постоянными самоопылителями считаются растения с клейстогамными цветками. К л е й с т о г а м н ы м и цветками называются такие, у которых цветение, а следовательно, и процесс опыления происходит при закрытых околоцветниках, причем околоцветник вообще не раскрывается, даже после опыления. Он отмирает и отваливается только после того, как вырастает плод. Клейстогамные цветки имеют некоторые фиалки, недотроги, кислицы и др. Кислица, произрастающая в большом количестве на опушках лесов лесной зоны, образует 2 типа цветков: открытые — обычные и закрытые — клейстогамные.

Процесс самоопыления у растений менее прогрессивен, чем процесс перекрестного опыления. Растений-самоопылителей в природе встречается меньше, чем перекрестноопыляемых.

П е р е к р е с т н о е о п ы л е н и е, и л и к с е н о г а м и я. Сущность перекрестного опыления заключается в переносе пыльцы с одного цветка на рыльце пестика цветка другого растения. В зависимости от способа перенесения пыльцы различают ветроопыляемые (анемофильные), насекомоопыляемые (энтомофильные), птицеопыляемые (орнитофильные), водоопыляемые (гидрофильные) растения.

У ветроопыляемых (анемофильных) растений пыльца с одного растения переносится на другое при помощи ветра. К ветроопыляемым относятся многие дикорастущие и культурные растения: береза, тополь, конопля, многие луговые (костер, тимофеевка, ежа сборная) и хлебные злаки (рожь, кукуруза и др.). Для большинства ветроопыляемых растений характерно отсутствие яркой окраски цветков, они малозаметные, обычно мелкие, зеленого цвета, сходного с окраской листьев и стеблей, со слабо развитыми нектарниками или без них. Пыльца у них мелкая, с гладкой оболочкой, сухая, не склеивается в комочки и легко переносится ветром. В пыльниках ветроопыляемых растений развивается огромное количество пыльцы. В одной метелке кукурузы, например, образуется до 50 млн. пылинок, одна сережка орешника содержит до 4 млн. пылинок, с одного растения крапивы рассеиваются миллиарды пылинок.

У ветроопыляемых растений большая часть пыльцы пропадает без пользы, так как ветер не несет пыльцу специально от пыльников к рыльцам, а разносит ее в большом количестве на листья, стебли и посторонние предметы. На рыльце же нужного растения попадает очень небольшая часть пыльцы. Поэтому, если бы ветроопыляемые растения образовывали немного пыльцы, многие цветки их оказались бы неопыленными.

Опыление ветром у растений — явление более позднего происхождения, чем опыление насекомыми, и поэтому сопровождалось вторичными изменениями в строении цветков.

Ветроопыляемые растения имеют ряд приспособлений для опыления ветром. У обоеполых цветков ветроопыляемых растений обычно пестики и тычинки созревают неодновременно, часто рыльца расположены выше пыльников, и следовательно, зрелая пыльца не может попасть на зрелое рыльце того же цветка. Имеются и другие приспособления. У ржи, например, зеленые пыльники высовываются из цветков еще в закрытом состоянии и раскачиваются на длинных нитях, затем они раскрываются, пыльца из зрелых пыльников высыпается и разносится ветром, а рыльце созревает позднее пыльников того же цветка и поэтому опыляется пыльцой из пыльников других цветков. Цветки у ветроопыляемых растений часто собраны в легко качающиеся соцветия — сережки, метелки, колоски, которые обычно располагаются на верхушке растений, что способствует рассеиванию пыльцы. Многие растения этой группы цветут до распускания листьев, что облегчает попадание пыльцы на рыльце (осина, береза, ольха и др.).

У многих ветроопыляемых растений отсутствует околоцветник, что тоже облегчает попадание пыльцы на рыльце. Часто пыльники у этих растений крупные, на длинных нитях, при раскрывании они с силой выбрасывают пыльцу. Кроме того, ветроопыляемые растения обычно растут большими группами (лесные массивы, большие заросли злаков на лугах), что способствует образованию и рассеиванию большого количества пыльцы.

Рыльца ветроопыляемых растений приспособлены для улавливания сухой пыльцы, они обычно выставлены из цветка наружу, сильно разветвлены, густо покрыты волосками, часто перистые и выделяют клейкую массу. Таким образом пыльца лучше улавливается. Нередко ветроопыляемые растения имеют раздельнополые цветки (кукуруза, тополь).

Пыльца ветроопыляемых растений может переноситься на очень большие расстояния. Специальными опытами установлено, что у березы пыльца может переноситься на расстояние до 30...35 км. Известны случаи, когда пыльца ольхи, орешника переносилась на расстояние до 40 км.

У насекомоопыляемых растений цветки имеют также много различных приспособлений, биологических особенностей, которые способствуют перекрестному опылению посредством насекомых.

В поисках пищи насекомые посещают большое количество цветков, производя одновременно их опыление. Таким образом, цветки и насекомые взаимно обслуживают друг друга. Наблюдается взаимная приспособляемость насекомых и цветков к опылению.

Насекомоопыляемые растения характеризуются наличием яркоокрашенных, часто крупных венчиков цветков, которые заметны на большом расстоянии. Простые околоцветники обычно имеют венчиковидную форму, что облегчает посещение, а следовательно, и опыление цветков насекомыми. Цветки отличаются сильным запахом и содержат большое количество нектара. При сильном запахе и яркой окраске цветки особенно легко отыскиваются насекомыми. К запаху цветков насекомые относятся неодинаково. Некоторые предпочитают определенный запах цветков, который отталкивает других насекомых. Так, например, различные мухи и многие жуки отдают предпочтение таким цветкам, которые имеют неприятный запах (бузина, кирказон).

У насекомоопыляемых растений оболочка пыльцы всегда шероховатая, покрытая шипами, бугорками, часто клейкая, что облегчает ее прикрепление к телу насекомых. Во многих случаях и структура цветка этой группы растений своеобразна, обычно такие цветки зигоморфные (неправильные), и для того чтобы проникнуть к нектарникам такого цветка, насекомые должны приложить немало усилий на раздвигание лепестков, что способствует попаданию пыльцы на спинку насекомого, а оттуда на рыльце другого цветка.

Перекрестному опылению энтомофильных растений способствует также наличие дихогамии и гетеростилии.

Дихогамия — это явление неодновременного созревания в одном цветке тычинок и пестиков, когда либо тычинки созревают раньше пестиков, либо наоборот. Наиболее часто наблюдается в обоеполых цветках более раннее созревание тычинок. Такое явление дихогамии называется протерандрией, если рыльце созревает раньше пыльников, — протерогинией. Дихогамия — частое явление при цветении растений из семейств крестоцветные, пасленовые, губоцветные.

Гетеростилия, или разностолбчатость, заключается в том, что в пределах одного вида у растений имеются цветки с короткими и длинными столбиками пестиков, причем и тычинки различаются по длине — они бывают короткие и длинные. В тех цветках, у которых пестики короткие, тычинки бывают длинные, и наоборот, в цветках с длинными пестиками тычинки короткие (гречиха, примула, медуница и др.). Установлено, что количество семян получается выше тогда, когда пыльца с длинных тычинок попадает на рыльце длинных пестиков, и наоборот, когда пыльца с коротких тычинок попадает на рыльце коротких пестиков.

Многие насекомые имеют специальные приспособления для удержания и переноса пыльцы. Из насекомых наиболее частыми опылителями растений являются пчелы, мухи, жуки, бабочки и др.

Во многих районах тропических стран своеобразные растения с крупными цветками опыляются птицами — колибри и медососами (явление орнитофилии). Колибри — очень мелкие птицы, туловище многих из них не больше туловища шмеля, а клюв очень длинный. Эти птицы на лету собирают с цветков нектар, который является основной их пищей, а на своей головке переносят пыльцу на рыльце других цветков.

Из мира животных, кроме насекомых и птиц, опыляют растения летучие мыши, белки, а в тропических странах — и миниатюрные грызуны, основной пищей которых является нектар. Эти грызуны имеют очень длинные языки, при помощи которых и достают нектар из цветков.

У некоторых водных растений (валлиснерия) процесс опыления осуществляется при помощи воды. При таком способе опыления растения имеют специальные приспособления, а пыльца у них отличается и по строению и по биологическим особенностям.

Среди плодовых растений широко распространено явление, известное под названием самобесплодия (самостерильность). В тех случаях, когда плодовые сады представлены каким-либо одним сортом (яблонь, груш, вишен и др.), часто бывают низкие урожаи, что объясняется самостерильностью пыльцы этих сортов. В данном случае наблюдается неспособность пыльцы прорастать на рыльце цветков растений того же сорта. Эта биологическая особенность растений часто называется наследственной несовместимостью. Для того чтобы повысить процент опыления, а следовательно, и урожай плодов, нужно при посадках плодовых растений высаживать через определенные промежутки специальный сорт-опылитель, пыльца которого необходима для перекрестного опыления и для обеспечения урожаев плодов основного сорта.

Развитие и жизнеспособность пыльцы. На процесс опыления, а следовательно, и на процесс оплодотворения большое влияние оказывают физиологические особенности пыльцы. Пыльца растений богата различными питательными веществами, она содержит большое количество сахара, жира, минеральных со-

лей, белков и витаминов, особенно из группы Е, а также ферменты и ростовые гормоны. У разных видов и родов растений химический состав пыльцы различен.

Темпы развития пыльцевых зерен у различных растений неодинаковы, не одновременно созревают пыльцевые зерна и внутри одного соцветия. Так, например, у злаков (пшеница, рожь) наиболее раннее формирование и созревание пыльцевых зерен происходит в колосках средней части колоса, а у овса развитие пыльцы в метелке начинается снизу вверх. Процесс созревания пыльцы у злаков колеблется в пределах 16...22 дней — это зависит главным образом от погодных условий.

Не у всех растений пыльца обладает и одинаковой стойкостью к внешним условиям. Вообще пыльца сравнительно легко переносит низкие температуры (до —20° С) и плохо — высокие. В большинстве случаев пыльца сельскохозяйственных растений очень гигроскопична, т. е. легко впитывает влагу. Поэтому избыточная влажность воздуха действует на пыльцу губительно, она быстро прорастает и гибнет. У водных растений пыльца имеет особое строение, и вода не оказывает на нее отрицательного действия.

В воздушно-сухом состоянии пыльца у многих растений может сохранять жизнеспособность в течение длительного времени: у кукурузы — до 4...5 дней, подсолнечника — до 12 дней, сливы — до 180...220 дней, тюльпана — 38...108 дней, груши — 70...210 дней, вишни — 30...100 дней. У полевых сельскохозяйственных культур и особенно у злаков (ячмень, пшеница, овес) пыльца сохраняется жизнеспособной очень непродолжительный срок — 3...5 дней. Прорастание пыльцы зависит от жизнеспособности рыльца, которое обычно способно воспринимать пыльцу в течение сравнительно короткого времени — 2...4 дня.

В природе не существует растений со строго определенным каким-либо одним способом опыления. Под влиянием различных внешних условий, особенно погодных факторов, внутри одного вида и даже у отдельных растений наблюдаются различные отклонения от типичного способа опыления. Растения как бы страхуют появление своего потомства, поэтому при неблагоприятных условиях один способ опыления у них нередко заменяется другим. Например, фиалка лесная ранней весной до распускания на деревьях листьев образует крупные душистые фиолетовые цветки, которые опыляются насекомыми. Летом, когда под пологом деревьев освещение значительно уменьшается, а количество насекомых резко сокращается, эта фиалка образует мелкие, невзрачные, нераскрывающиеся (клейстогамные) цветки, у которых происходит самоопыление, и они дают много семян. Цветки каштана настоящего опыляются и ветром, и насекомыми, преобладание того или иного способа опыления зависит от погодных условий. Ива в средней полосе СССР — насекомоопыляемое растение, а на Крайнем Севере (Гренландия, Новая Земля), где насекомых нет, является ветроопыляемой. У вереска обыкновенного, произрастающего в чрезвычайно разнообразных место-

обитаниях, существует перекрестное опыление насекомыми, ветром и самоопыление.

Среди культурных растений наиболее постоянными самоопыляющимися растениями являются горох и ячмень, но и у них при неблагоприятных погодных условиях в период цветения наблюдается перекрестное опыление ветром. Пшеница, как правило, самоопыляющееся растение, но при очень сильной воздушной засухе во время цветения она часто цветет открыто, и в таких случаях у нее наблюдается перекрестное опыление ветром.

Существуют разные суждения о том, какой способ опыления является эволюционно более древним, но большинство ботаников считает, что энтомофилия (опыление насекомыми) является более древним способом опыления растений. Считают также, что первыми опылителями из мира животных были жуки.

Гибридизация. Скрещивание особей, принадлежащих к различным сортам, видам или родам растений, называется гибридизацией. Скрещивание осуществляется путем перекрестного опыления и последующего полового процесса, после которого развиваются гибридные семена. Растения, выращенные из гибридных семян, называются гибридами. Гибридизация бывает естественная и искусственная, т. е. осуществляется человеком. Естественная гибридизация (естественное скрещивание) происходит в природе у всех перекрестноопыляемых растений.

Человек издавна прибегал к искусственной гибридизации для получения новых ценных сортов сельскохозяйственных растений. В настоящее время в Советском Союзе высеваются сотни сортов культурных растений, полученных в результате искусственной гибридизации (пшеница, ячмень, овес, кукуруза, свекла, плодовые и т. д.).

Оплодотворение. Процесс оплодотворения у покрытосеменных растений сложен и осуществляется после того, как произойдет опыление.

Сущность процесса оплодотворения, как уже указывалось, заключается в слиянии двух гамет — мужской и женской, в результате чего образуется новая клетка — зигота, из которой развивается новый организм.

Два процесса — опыление и оплодотворение — тесно взаимосвязаны. Как правило, оплодотворение не может произойти, если предварительно не был осуществлен процесс опыления.

Прорастание пыльцы. Рыльце пестика состоит из особой рыхлой ткани. Созревшее, готовое к приему пыльцы, оно выделяет липкую жидкость, к которой легко прилипает пыльца. Помимо удерживания пыльцы, эта липкая жидкость создает влажную среду, необходимую для прорастания пыльцы, и стимулирующие вещества, влияющие на прорастание пыльцы.

Лучшему прилипанию пыльцы к рыльцу способствуют также различные приспособления на оболочке пыльцы, которая покрыта различной формы бугорками или выделяет клейкое вещество.

Пыльца, попавшая на рыльце, начинает прорастать. Внутренняя тонкая оболочка пыльцевого зерна — интина — вытягивается в трубочку, которая прорастает в том месте, где имеется в экзине пора. Проросшая пыльцевая трубочка через пору наружной оболочки втягивается и внедряется в рыльце, пронизывает мякоть столбика и дальше растет по направлению к завязи, а затем по стенкам завязи достигает микропиле семяпочки (см. рис. 156).

Напомним, что во время роста пыльцевой трубки генеративная клетка пылинки делится на 2 спермия, которые иногда образуются в пыльцевом зерне до его прорастания. У большинства растений образование спермиев происходит в проросшей пыльцевой трубке.

Путь пыльцевой трубки нередко бывает сложный и длинный. У некоторых растений (кукуруза) пыльцевая трубка проходит по столбику пестика путь в 25...35 см и больше. Необходимые питательные вещества для роста пыльцевая трубка получает из тканей столбика. Продвигается пыльцевая трубка чаще всего по поверхности клеток канала столбика, выстланного эпидермисом, клетки которого способны выделять особую слизь. Может продвигаться пыльцевая трубка также по межклетникам, раздвигая их силой осмотического давления, межклетное вещество при этом растворяется под действием специальных ферментов. Рост пыльцевой трубки в значительной мере зависит от внешних условий, и особенно от температуры. Скорость роста пыльцевой трубки у растений неодинакова: у кукурузы она равна 6,25 мм/ч, у ириса — 4 мм/ч, у одуванчика — 35 мм/ч.

Как только пыльцевая трубка начинает прорастать, содержимое пылинки проскальзывает в пыльцевую трубку, причем в первую очередь обычно проникает в нее вегетативное ядро. За вегетативным ядром следуют 2 спермия.

Во время опыления на рыльце попадает большое количество пыльцы, и часто прорастать начинают многие пыльцевые зерна, но скорость роста их неодинакова. Рост пыльцевых трубок зависит от многих внутренних и внешних причин. В тех случаях, когда в завязи имеется всего одна семяпочка, ее достигает обычно одна, наиболее быстро проросшая пыльцевая трубка. Остальные проросшие пыльцевые трубки гибнут. Если завязь содержит несколько семяпочек, то и прорастает столько же пыльцевых трубок, сколько имеется в завязи семяпочек. Рост пыльцевых трубок происходит под влиянием хемотропизма, т. е. в результате движения пыльцевой трубки к особым веществам, выделяемым семяпочкой. Из них первостепенное значение имеют сахара, белки, масла.

Двойное оплодотворение покрытосеменных. При входе в микропиле семяпочки пыльцевая трубка обычно проходит между яйцеклеткой и одной из синергид либо между синергидой и оболочкой зародышевого мешка. Кончик трубки лопается, и через это отверстие проскальзывают в зародышевый мешок 2 спермия. Один из них сливается с яйцеклеткой, а другой — со вторичным ядром зародышевого мешка. Слияние спермиев с яйцеклеткой и вторичным ядром зародышевого мешка происходит

почти одновременно. У покрытосеменных растений происходит, следовательно, двойное оплодотворение, т. е. оплодотворяются яйцеклетка и вторичное ядро зародышевого мешка. Двойное оплодотворение в растительном мире наблюдается только у покрытосеменных растений и неизвестно у растений других отделов. Вегетативная клетка прямого участия в оплодотворении не принимает. Она служит питательным материалом для спермиев и участвует в образовании пыльцевой трубки при прорастании пыльцы, а затем постепенно рассасывается и исчезает.

После совершения акта оплодотворения пыльцевая трубка также обычно разрушается.

Период от попадания пыльцы на рыльце до проникновения ее содержимого в зародышевый мешок у различных растений неодинаков. Чаще этот период длится 24...48 ч, но бывают и большие отклонения. Например, у одуванчика оплодотворение наступает через 15...45 мин после опыления, у портулака — через 3...4 ч, у риса — через 12...14 ч. У некоторых представителей семейства березовые этот период длится несколько месяцев, а у дуба — даже 12...14 мес. В данном случае пыльцевая трубка с наступлением осенних похолоданий впадает в период покоя и возобновляет свой рост весной.

Оплодотворенная яйцеклетка превращается в зиготу. Некоторое время зигота находится в состоянии покоя, продолжительность которого в значительной мере зависит от внешних условий. Наиболее короткий период покоя зиготы отмечается у представителей семейств сложноцветные и злаковые — 4...7 ч, а у безвременника осеннего зигота остается в состоянии покоя в течение зимы.

Процесс оплодотворения в значительной степени зависит от качества пыльцы и рыльца. Как уже отмечалось, жизнеспособность пыльцы у отдельных растений колеблется в пределах 4...200 дней, жизнеспособность же рыльца незначительна. У большинства растений рыльце способно воспринимать пыльцу всего в течение 3...4 дней, редко до 10 дней, после чего оно засыхает и гибнет. В отличие от пыльцы рыльце очень чувствительно к температуре, при —1° С и при 25...30° С рыльце у большинства растений гибнет. Большое влияние на процесс оплодотворения оказывают условия погоды.

Вторичное ядро зародышевого мешка после оплодотворения энергично делится и, разрастаясь, превращается в питательную ткань зародыша, которая заполняет всю полость зародышевого мешка. Эта питательная ткань называется э н д о с п е р м о м.

После периода покоя, а у многих растений непосредственно после оплодотворения яйцеклетка делится поперечной перегородкой на 2 клетки. Одна из них, внутренняя, находящаяся ближе к центру зародышевого мешка, в процессе дальнейшего деления дает начало зародышу семени. Вторая, наружная, клетка, обращенная к пыльцевходу, делится поперечными и продольными перегородками, образуя так называемый подвесок. Разрастаясь в длину, подвесок погружает («подвешивает») зародыш в питательную ткань (эндо-

сперм; рис. 161), которая находится в это время в полужидком состоянии.

Роль антипод и синергид зародышевого мешка в процессе оплодотворения не совсем еще ясна. Синергиды содействуют, по-видимому, перемещению спермиев. По мнению некоторых исследователей, синергиды выделяют специальные ферменты, которые вызывают набухание и растворение кончика пыльцевой трубки и тем самым способствуют изливанию ее содержимого в зародышевый мешок.

После двойного оплодотворения все части пестика претерпевают большие изменения: из оплодотворенной яйцеклетки образуется в дальнейшем зародыш семени; из оплодотворенного вторичного ядра — эндосперм семени; семяпочка в целом превращается в семя; ее интегументы (покровы), разрастаясь, превращаются в оболочку семени; вся завязь после процесса оплодотворения развивается в плод, а ее стенки превращаются в околоплодник.

Описанный случай двойного оплодотворения является типичным, он свойствен подавляющему большинству покрытосеменных растений, но бывают и различные отклонения от нормального процесса оплодотворения. Так, например, у некоторых растений (береза, ольха) прорастающая пыльцевая трубка проникает обычно в зародышевый мешок не через микропиле (порогамия), а через халазу (халазогамия). В этом случае пыльцевая трубка пронизывает покровы в халазальной части семяпочки, а затем в зародышевом мешке происходит процесс двойного оплодотворения. Может пыльцевая трубка проникать в семяпочку и сбоку (у вяза).

Двойное оплодотворение у покрытосеменных растений открыл русский ученый, академик Сергей Гаврилович Навашин. Первая работа его о двойном оплодотворении была опубликована в 1898 г. Классическая работа С. Г. Навашина по двойному оплодотворению явилась крупнейшим вкладом в биологическую науку.

У покрытосеменных растений, как исключение, известны случаи одинарного оплодотворения, при которых только яйцеклетка сливается со спермием и не происходит слияния со спермием вторичного ядра зародышевого мешка, либо спермий сливается только со вторичным ядром зародышевого мешка. Во всех таких случаях, если семена в результате оплодотворения и образуются, они, как правило, оказываются нежизнеспособными.

Успех оплодотворения зависит от количества пыльцы, попавшей на рыльце. Возбуждение рыльца наблюдается только в том случае, когда пыльцы на нем бывает достаточное количество. При недостатке пыльцы на рыльце прорастание пыльцевых зерен происходит медленно, или они совсем не прорастают.

Наблюдается избирательность рыльца по отношению к пыльце. При опылении растений на рыльце часто попадает пыльца различных форм, видов и даже различных семейств. Однако прорастают не все пылинки. Обычно на рыльце прорастают в первую очередь пылинки более родственных по происхождению растений. В оплодотворении принимают участие спермии той пыльцы, которая биоло-

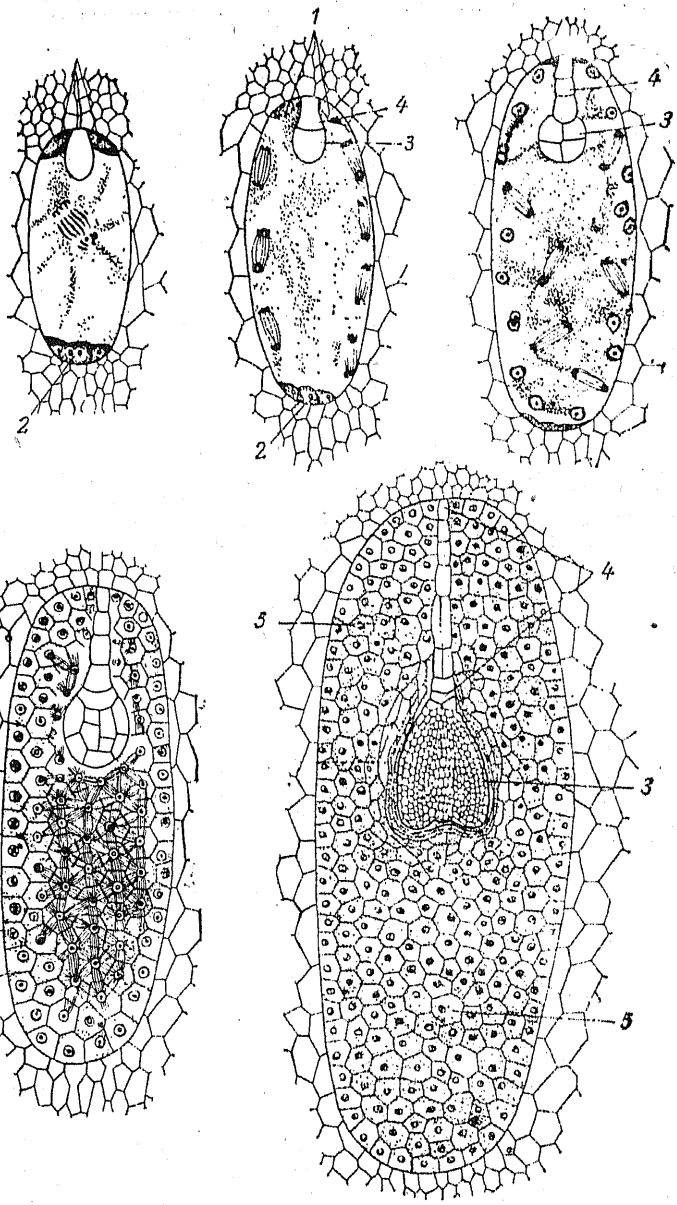


Рис. 161. Схема последовательного развития зародыша и эндосперма у двудольных растений:

1 — синергиды; *2* — антиподы; *3* — зародыш; *4* — подвесок; *5* — эндосперм

гически более отвечает требованиям материнского растения. Прорастание одновременно нескольких пыльцевых зерен как бы стимулирует рост наиболее жизнеспособных пыльцевых трубок.

Как уже отмечалось, процесс двойного оплодотворения свойствен более высокоорганизованной группе растений — покрытосеменным (цветковым), и ни у какой другой группы растений этот процесс неизвестен. Появление двойного оплодотворения у покрытосеменных растений следует рассматривать как результат длительного исторического развития растений в целях лучшего приспособления к изменившимся условиям внешней среды. Очень тонкий и сложный механизм двойного оплодотворения обеспечивает возникновение у покрытосеменных растений двух новообразований: зародыша и эндосперма.

Зародыш, образовавшийся от слияния двух гаплоидных гамет — яйцеклетки и спермия, является диплоидным, т. е. клетки его имеют двойной набор хромосом.

Эндосперм же покрытосеменных растений возникает, как было рассмотрено выше, в результате слияния вторичного ядра и спермия. Вторичное (центральное) ядро зародышевого мешка образуется в результате слияния двух полярных ядер, а поэтому является диплоидным, тогда как спермий — гаплоидный. Следовательно, после слияния центрального ядра зародышевого мешка со спермием образуется зигота с тройным набором хромосом, т. е. триплоидная, как и клетки развившегося из нее эндосперма. Эндосперм имеет гибридное происхождение и несет двойную наследственную основу: материнскую и отцовскую. Он выполняет существенную роль в развитии зародыша, для которого служит в начальной стадии и основным источником питательных веществ.

Слияние двух разнокачественных гамет (яйцеклетки и спермия) способствует обогащению наследственности растений, повышению их жизненности и лучшей приспособляемости к условиям окружающей среды. В этом заключается одно из главных значений двойного оплодотворения.

Возникшие в процессе двойного оплодотворения эндосперм и зародыш семени резко отличаются морфологически, выполняют различные физиологические функции и в то же время взаимно связаны между собой. Зародыш семени не только обеспечивается питанием через эндосперм, но его развитие находится под влиянием двойной наследственной природы эндосперма. Во время формирования и созревания зародыша происходит сложный процесс взаимоотношений его не только с эндоспермом, но и с тканями семяпочки.

Еще Ч. Дарвин указывал, что слияние при оплодотворении двух разных гамет следует рассматривать как биологически полезный акт, так как он оказывает благоприятное действие на жизнеспособность потомства.

Плод. Орган покрытосеменных растений, внутри которого образуются семена, называется плодом. Плод как специфичный орган

свойствен только покрытосеменным (цветковым) растениям, представители других отделов растений плодов не имеют.

Морфология плодов. Образуется плод, как правило, из завязи пестика после процесса оплодотворения, но часто в формировании его принимают участие кроме завязи и другие части цветка (цветоложе, околоцветник и др.).

Форма плодов, их размер, окраска, строение, поверхность чрезвычайно разнообразны, что является результатом длительной эволюции покрытосеменных растений и приспособляемости их к окружающим внешним условиям, лучшей защите и распространению семян.

После оплодотворения у цветковых растений все части пестика сильно изменяются. Стенки завязи пестика разрастаются, видоизменяются и превращаются в околоплодник (перикарпий), т. е. наружную часть плода, его стенку. Околоплодник предохраняет семена от различных повреждений. У разных растений околоплодник имеет неодинаковое строение (этим признаком часто пользуются при классификации плодов).

Обычно околоплодник имеет 3 слоя — внеплодник (экзокарпий), внутриплодник (эндокарпий) и межплодник (мезокарпий). Внеплодник представляет собой наружную часть плода и чаще всего имеет вид тонкой кожицы. Внутриплодник — внутренняя пленка, или кожица, которая у некоторых растений одревеснеет (косточка). Межплодник расположен между первыми двумя слоями и, как правило, развит сильнее их. Часто межплодник образует хорошо развитую ткань в виде сочной мякоти (слива, вишня).

Классификация. Общепризнанной, законченной классификации плодов в настоящее время еще нет. Большинство существующих классификаций плодов является искусственным и построены главным образом на различии отдельных морфологических особенностей плодов. Эти классификации сравнительно просты, легко запоминаются и широко применяются ботаниками и работниками сельского и лесного хозяйства.

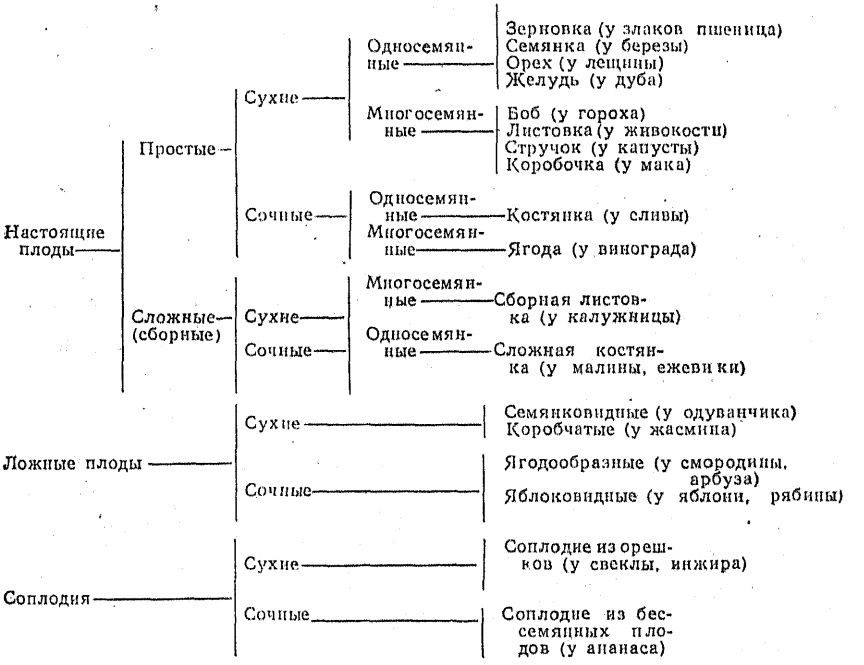
За последнее время появились естественные — генетические — классификации плодов, основанные на совокупности морфологических признаков и в той или иной степени отражающие историческое развитие типов плодов — их физиологию, происхождение.

По искусственной классификации плоды делятся на настоящие, или истинные, и ложные.

Настоящие плоды. Плод, который образуется только из завязи пестика, называется настоящим. Настоящие плоды делятся на простые и сложные, которые иногда называются сборными. В тех случаях, когда в цветке имеется всего 1 пестик, из завязи его образуется после оплодотворения 1 плод, который и называется простым (зерновка, боб и др.). Если плод образуется не из одного, а из нескольких пестиков, то он называется сложным (сложная костянка у малины, ежевики, сложная семянка у лютика).

В зависимости от строения околоплодника различают плоды сухие и сочные (см. схему классификации плодов).

Схема классификации плодов и соплодий



Сухие плоды имеют околоплодник сухой и подразделяются на нераскрывающиеся и раскрывающиеся, односемянные и многосемянные. Простые сухие односемянные плоды различаются по характеру строения околоплодника, к ним относятся — зерновка, семянка, крылатка, орех, желудь и др.

Зерновка — односемянный сухой плод, у которого околоплодник срастается с оболочкой семени, и поэтому такие плоды часто в практике сельского хозяйства называют семенами. Плод зерновку (рис. 162) имеют злаки (пшеница, рожь, кукуруза, ячмень, тимофеевка, костер и др.).

Семянка — односемянный сухой плод с кожистым околоплодником, который прилегает к семени, но не срастается с ним (подсолнечник, сафлор). У многих растений семянки имеют специальные крыловидные выросты, тогда они называются крылатками (ясень, вяз) и двукрылатками (клен), или несут волоски и называются летучками (одуванчик). Это приспособления для распространения семянок ветром.

Орех — плод с твердым, часто толстым и деревянистым околоплодником (граб, лещина, липа, конопля).

Ж е л у д ь сходен с орехом, но своим основанием погружен в одревесневшее чашевидное образование, которое называется п л ю с к о й. Плюска может быть листового или стеблевого происхождения.

Простые сухие многосемянные раскрывающиеся плоды: листовка, боб, стручок, коробочка (рис. 163).

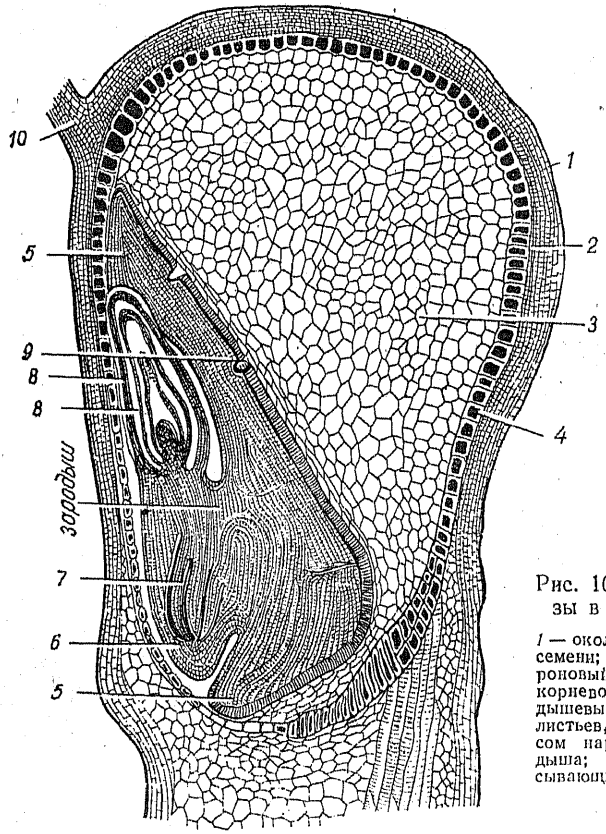


Рис. 162. Зерновка кукурузы в продольном разрезе:

1 — околоплодник; *2* — оболочка семени; *3* — эндосперм, *4* — алейроновый слой; *5* — щиток; *6* — корневое влагалище; *7* — зародышевый корешок; *8* — зачатки листьев, составляющие с конусом нарастания почечку зародыша; *9* — поверхностный всасывающий слой щитка; *10* — остаток рыльца

Л и с т о в к а — многосемянный плод, образовавшийся из 1 плодолистика, который срастается своими краями. Листовка раскрывается по одному шву (живокость).

Б о б образуется 1 плодолистиком, но раскрывается по 2 швам — брюшному и спинному — от вершины к основанию, при этом створки боба закручиваются, что способствует разбрасыванию семян. Семена прикрепляются непосредственно к створкам плода; плод одногнездный. Обычно боб — плод многосемянный (горох, фасоль, вика, акация), реже одно- или двусемянный (клевер, нут). Редко боб не раскрывается (донник, арахис, некоторые виды клевера). Плод боб характерен для семейства бобовые.

Стручок внешне сходен с бобом, но образуется 2 плодолистиками, двугнездный. Семена прикрепляются не к створкам плода как у боба, а к тонкой пленчатой перегородке, которая образуется в середине плода. Раскрывается стручок по 2 швам, от основания к вершине, а не от вершины к основанию, как у боба. Обычно стручок имеет удлиненную форму, но иногда он бывает короткий, треугольной или округлой формы; если длина плода едва превышает его ширину, плод называется стручочком. Плоды стручок (капуста, репа, брюква, сурепка и др.) и стручочек (ярутка, пастушья сумка) свойственны семейству крестоцветные и имеют довольно разнообразную форму. Стручок редьки дикой состоит из отдельных члеников, на которые он распадается при созревании, такой плод называется дробным, четковидным.

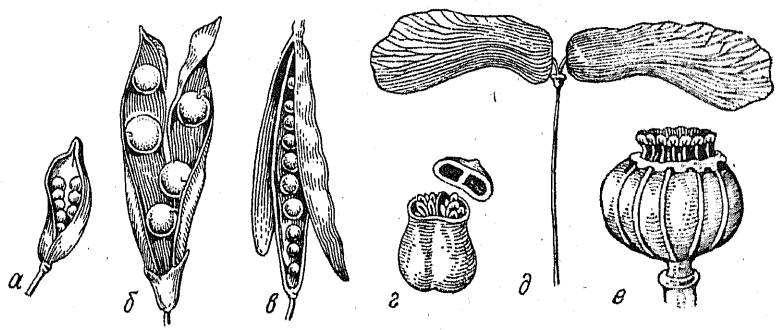


Рис. 163. Плоды и схемы их вскрывания:

а — листовка; *б* — боб; *в* — стручок; *г*, *е* — коробочка; *д* — двукрылатка

Коробочка — это плод, образованный 2 или несколькими плодолистиками, раскрывается различными способами: при помощи крышечки, зубчиками, растрескиванием по створкам, реже совершенно не раскрывается. Коробочка может быть одногнездная (хлопчатник), двугнездная (белена), трехгнездная (тюльпан), многогнездная (лен).

Сочные плоды в отличие от сухих имеют сочный околоплодник, который содержит большое количество воды (79...85%). Они бывают односемянные (костянка) и многосемянные (ягода).

Костянка — сочный односемянный плод (вишня, слива, черемуха, абрикос). Околоплодник костянки состоит из 3 ясно различающихся слоев. Наружный (экзокарпий) образует тонкую кожицу плода, средний — мясистый слой (мезокарпий) и внутренний (эндокарпий) состоит из твердой, часто деревянистой ткани и образует косточку, которая защищает расположенное в ней семя.

Ягода — сочный многосемянный плод, образовавшийся из нескольких плодолистиков. Околоплодник у ягоды состоит из 2 слоев: наружного — кожицы и внутреннего — мякоти, в нее и по-

гружены семена (виноград, картофель, томат, баклажан, паслен). Ягода бывает дву- и многогнездная.

Л о ж н ы е п л о д ы. Плод, в образовании которого, кроме завязи, принимают участие и другие части цветка (околоцветник, цветоложе), называется ложным. Обычно ложные плоды развиваются у растений, имеющих цветки с нижней завязью, основная мясистая часть плода образуется за счет разросшегося цветоложа. К ложным плодам относятся ложная ягода, яблоко. Известны и сухие ложные плоды.

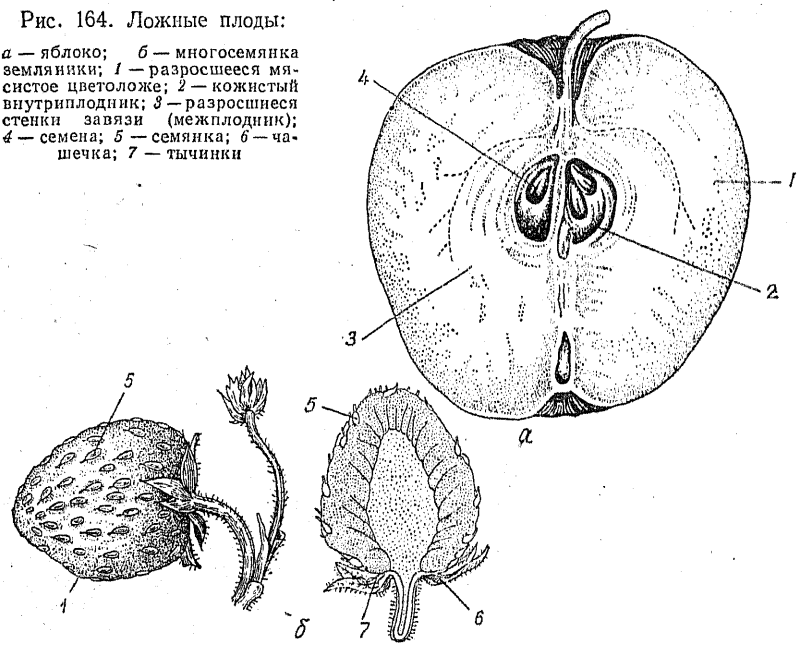


Рис. 164. Ложные плоды:

а — яблоко; *б* — многосемянка земляники; *1* — разросшееся мясистое цветоложе; *2* — кожистый внутриплодник; *3* — разросшиеся стенки завязи (межплодник); *4* — семена; *5* — семянка; *6* — чашечка; *7* — тычинки

Л о ж н а я я г о д а — ложный плод, у которого сочная часть образуется разросшимся цветоложем. К этой группе относятся плоды тыквенных (тыква, арбуз, огурец), у которых плотный наружный слой образуется за счет разрастания цветоложа, а сочная мясистая часть развивается из завязи. У ягодообразного плода земляники мясистая съедобная часть образовалась за счет разросшегося цветоложа, а семянки, вкрапленные в эту мякоть, сформировались из завязи (рис. 164).

К ягодообразным плодам относятся также плоды лимонов, апельсинов, мандаринов (цитрусовые).

Я б л о к о — ложный плод яблони, груши, рябины, у которого наружная мясистая часть образуется из разросшегося цветоложа, а внутренняя — из завязи.

Соплодия. Если несколько плодов, образовавшихся из отдельных цветков, срастаются вместе и образуют как бы один плод, получается соплодие (шелковица, свекла, инжир, ананас). Соплодия обычно развиваются из соцветий с тесно расположенными цветками.

Геокарпия и амфикарпия. Подавляющее большинство покрытосеменных растений образует надземные плоды. Но существует ряд растений, которые способны формировать плоды только под землей, а некоторые растения образуют плоды как над землей, так и под землей.

Развитие у растений плодов в почве называется геокарпией. Примером может служить арахис. У этого растения имеются цветки двух типов. Один тип цветков образуется подобно большинству цветков — над землей, на большой высоте, они цветут, но не развивают плодов, это обычные, раскрывающиеся (хазмогамные) цветки. Второй тип цветков — клейстогамные, т. е. нераскрывающиеся; им свойственно самоопылодотворение. Формируются эти цветки у арахиса в нижней части побегов, близко к земле. После самоопылодотворения у клейстогамных цветков арахиса цветоложе вытягивается в виде цилиндрической ножки, которая называется гинофором. Она, разрастаясь, внедряет завязь цветка в почву на глубину до 8...10 см, после чего гинофор прекращает рост. Завязь начинает развиваться и превращается в подземный плод — боб.

Для явления амфикарпии характерно образование на одном и том же растении 2 типов плодов: надземных и подземных. Это явление хорошо выражено у дикорастущего гороха красно-желтого. У этого вида гороха образуется на каждом растении 2 типа цветков — хазмогамные и клейстогамные. Первые формируются, как и у обычного гороха посевного, над землей, они нормально цветут и образуют обычные плоды — многосемянные бобы. Вторые — клейстогамные, они закладываются на подземных побегах и развиваются в почве. Эти цветки не раскрываются, в них происходит процесс самоопылодотворения, после чего развиваются подземные плоды — бобы — размером меньше надземных и обычно 1...2-семянные. При посеве семян из разных плодов (надземных и подземных) вырастает потомство, которое в обоих случаях образует снова плоды и подземные и надземные.

Функции плодов. В жизни растений плоды выполняют 2 основные функции: защищают от всяких повреждений семена, которые в них заключены, и участвуют в их распространении. До созревания семян околоплодник защищает их от высыхания и часто предохраняет от поедания животными, так как в околоплоднике нередко содержатся ядовитые отпугивающие вещества, или он очень мощно развит. Зрелые нераскрывающиеся плоды имеют разнообразные приспособления, которые способствуют их распространению, а с ними и семян. Плоды распространяются при помощи ветра, воды, птицами, животными и, конечно, человеком.

Использование плодов. Плоды имеют огромное значение в жизни человека. Они содержат большое количество разнообразных питательных веществ: белков, углеводов, витаминов, жиров, кислот и пр., поэтому широко употребляются в пищу и на корм животным. Плоды многих растений используются в промышленности для приготовления красок, лекарств и др.

Семя. Репродуктивный орган, с помощью которого осуществляется размножение и расселение растений, называется семенем. Семя развивается из семяпочки после процесса двойного оплодотворения и содержит в зачаточном состоянии все вегетативные органы будущего растения — корень, стебель и лист.

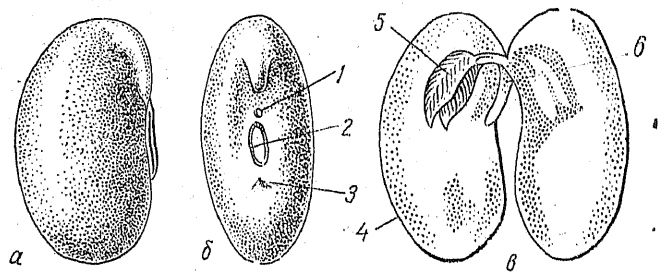


Рис. 165. Семя фасоли:

а — вид сбоку; *б* — вид со стороны рубчика; *в* — без семенной оболочки; *1* — микропиле; *2* — рубчик; *3* — семяшов; *4* — семядоли; *5* — почечка зародыша; *6* — корешок зародыша

Морфология и анатомия. Форма, величина, окраска семени различных растений чрезвычайно разнообразны. Обычно семя состоит из внешней оболочки (кожуры) и зародыша, но у многих растений, кроме этих двух составных частей, семя имеет еще запасную — питательную ткань, вещества которой используются зародышем семени при первоначальном своем развитии. В зависимости от происхождения и строения различают несколько типов питательной ткани семени, из которых наиболее часто встречается эндосперм.

Различаются 2 большие группы семян: семена без эндосперма и семена с эндоспермом, которые значительно отличаются по своему строению.

Строение семени без эндосперма. Семена без эндосперма встречаются значительно чаще, они свойственны главным образом растениям класса двудольные (бобовые, сложноцветные, крестоцветные и др.). Семя без эндосперма состоит из 2 частей: оболочки и зародыша (рис. 165).

Оболочка семени, или кожица, образуется из покровов семяпочки — интегументов — и состоит из одного или нескольких слоев клеток. Толщина, твердость и окраска ее у семян различных растений неодинаковы, она может быть тонкой — кожистой (фасоль,

горох), пленчатой (семянка), твердой — деревянистой (виноград), а по окраске — от белой до черной со всеми переходами цветов. Поверхность оболочки семян также разнородна, она может быть гладкой и иметь неровности в виде шипиков (у куколя), бородавочек (смолевка), выростов (у хинного дерева), волосков (у хлопчатника, кипрея, тополя). Все перечисленные видоизменения в строении оболочки семени являются приспособлением для лучшего распространения, расселения семян.

Зародыш (эмбрион) семени развивается из оплодотворенной яйцеклетки и представляет собой растение в зачаточном состоянии, так как сформировавшийся зародыш семени состоит из почечки,

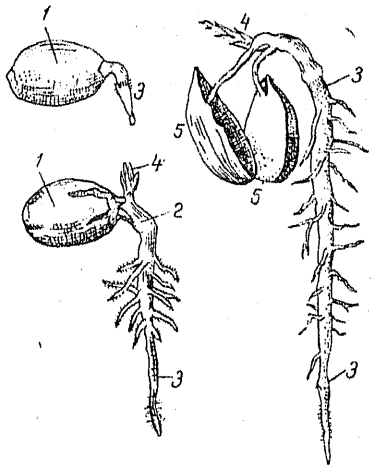


Рис. 166. Прорастание желудя дуба:

1 — оболочка плода; *2* — подсемядольное колено (гипокотиль); *3* — корешок; *4* — почечка; *5* — семядоли, остающиеся в почве

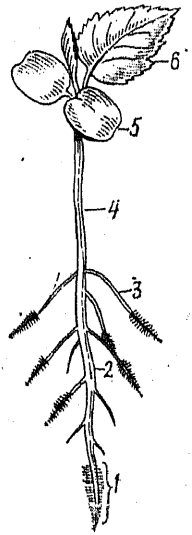


Рис. 167. Прорастание граба:

1 — зона всасывания; *2* — главный корень; *3* — боковые корни; *4* — подсемядольное колено (гипокотиль); *5* — семядоли; *6* — первый лист

зародышевого корешка и 2 семядолей. При прорастании семени из его почечки развивается побег, т. е. стебель с листьями, из зародышевого корешка образуется один (главный) корень. Семядоли зародыша — это первые листья растения, резко отличающиеся от настоящих листьев по своему внешнему виду, внутреннему строению и функциям.

Семядоли являются составной частью зародыша семени. Поскольку эндосперм, возникающий в результате двойного оплодотворения, потребляется в начале формирования семени, семядоли выполняют функции органа, запасающего питательные вещества, которыми и питается вначале прорастающий зародыш (рис. 166).

Следовательно, у семян без эндосперма запасные питательные вещества помещаются не в специальной ткани, а непосредственно в самом зародыше, в его семядолях, которые поэтому бывают обычно мясистыми и наиболее крупными частями зародыша.

Растения, зародыш семени которых имеет 2 семядоли, называются двудольными (фасоль, горох, редька, яблоня, граб и др.).

Строение семени с эндоспермом. Семена с эндоспермом в основном характерны для растений класса однодольные (злаки — пшеница, кукуруза; лилейные — лилия, тюльпан; осоковые — осоки и др.). Семя с эндоспермом состоит не из 2, а из 3 основных частей: семенной оболочки, зародыша и эндосперма — питательной ткани, что хорошо выражено в строении семени пшеницы, кукурузы и других злаков. В данном случае бо́льшую часть семени занимает запасающая ткань — эндосперм.

Оболочка, или кожура, семени пшеницы развивается также из покровов семяпочки, но во время его формирования плотно срастается со стенками завязи, превращающимися в околоплодник.

Зародыш у семян с эндоспермом состоит из почечки, зародышевого корешка и одной семядоли, называемой щитком. Из почечки зародыша при прорастании семени развиваются стебель и листья, из зародышевого корешка — один (кукуруза, просо) или сразу несколько зародышевых корней (пшеница, овес, ячмень). Зародыш семени примыкает к эндосперму одной стороной (пшеница, кукуруза).

Щиток представляет собой характерную особенность семени злака. По сравнению с семядолями двудольных растений семядоля-щиток сильно видоизменена как по форме, так и по функциям. Она не содержит запаса питательных веществ, а служит для прорастающего зародыша органом всасывания питательных веществ из запасающей питательной ткани — эндосперма. По анатомическому строению щиток представляет собой узкую полосу ткани из паренхиматических клеток, которые при прорастании семян выделяют специальные ферменты, обеспечивающие растворение запасных веществ эндосперма. Растворенные вещества эндосперма и поступают через щиток для питания развивающегося зародыша. Химический состав эндосперма различных видов растений неодинаков.

Растения, семя которых имеет одну семядолю, называются однодольными (злаки, осоки, лилейные). Помимо однодольных, семена с эндоспермом имеют и некоторые двудольные растения (пасленовые, зонтичные, маковые и др.). Зародыш у них обычно погружен в эндосперм, который его окружает со всех сторон (мак, клещевина).

Кроме указанных семян с развитой питательной тканью эндоспермом и без нее, существуют растения, семена которых вместо эндосперма имеют другую запасающую питательную ткань — перисперм. Перисперм образуется из нуцеллуса (центральной части) семяпочки и в отличие от эндосперма сравнительно беден белками и жирами, содержит главным образом крахмал. Семена с периспермом встречаются довольно редко, они свойственны растениям семейств гвоздичные (гвоздика, куколь, смолевка), маревые (свекла, марь, лебеда).

Развитие семян без оплодотворения. В растительном мире отмечаются различные отклонения от рассмотренного нормального образования плодов и семян. У некоторых растений развитие плода и семени происходит без процесса оплодотворения. Подобные отклонения объединяются под общим названием апомиксис в отличие от нормального их развития, называемого амфимиксисом. При апомиксисе образование зародыша происходит из различных неоплодотворенных элементов семяпочки или зародышевого мешка: из клеток нуцеллуса, покровов, синергид. Различают следующие отклонения в образовании зародыша семени: партеногенез, апогамию, апоспорию, полиэмбрионию и др.

Партеногенез — это явление, при котором зародыш развивается из неоплодотворенной яйцеклетки. Такое развитие зародыша известно у одуванчика, ястребинки, манжетки.

Апогамия — явление, при котором зародыш развивается не из яйцеклетки, а из синергиды или антиподы (подорожник ланцетолистный, лук душистый и др.), т. е. из клетки зародышевого мешка (женского гаметофита).

Апоспория — явление, при котором зародышевый мешок образуется из клеток нуцеллуса или покровов семяпочки, относящихся к спорофиту, и в последующем в нем также без оплодотворения развивается зародыш.

Полиэмбриония — явление, при котором в семени вместо одного зародыша образуется несколько. Особенно часто полиэмбриония наблюдается у лука душистого и цитрусовых (лимон, апельсин, мандарин), у которых зародыши развиваются вне зародышевого мешка, из клеток нуцеллуса.

Партенокарпия — образование плодов без семян или с пустыми семенами. Такие бессемянные плоды широко известны у мандаринов, апельсинов, груши, винограда. Размножение партенокарпических растений производится вегетативным путем.

Созревание семян. Весь процесс созревания семян обычно разбивается на 3 периода: молочную спелость, восковую спелость и полную спелость. При молочной спелости семена имеют много влаги, и все содержимое семени представлено жидкой, сходной по внешнему виду с молоком, массой, которая легко вытекает при нажиме на семя. При восковой спелости семя приобретает свойственную ему окраску, а содержимое затвердевает; по плотности оно сходно с воском. При нажиме на такое семя ногтем оно легко режется (как воск) и содержит уже значительно меньше воды. При полной спелости семена теряют лишнюю воду и становятся совершенно твердыми. Так, например, зерна пшеницы в молочной спелости содержат воды до 50%, при восковой — около 25%, а в период полной зрелости процент ее снижается до 12...13.

Послеуборочное дозревание семян. После уборки семена не остаются неизменными — в них происходят биологические процессы, послеуборочное дозревание, и семена большинства растений переходят в период покоя. Этот процесс связан

со сложными биохимическими изменениями, протекающими внутри семян. В практике сельского хозяйства дозревание семян различных культур после уборки может происходить в снопах или при искусственной сушке. Семена, не закончившие послеуборочное дозревание, имеют плохую всхожесть и плохо прорастают при посеве в поле.

Как правило, семена большинства растений сразу после созревания не прорастают. Они должны пройти определенный период покоя. У различных растений период покоя семян имеет неодинаковую продолжительность. Способность семян впадать в период покоя является ценной биологической особенностью растений. Это исторически сложившееся явление особенно ясно выражено у семян дикорастущих растений, у которых период покоя обычно более продолжительный, чем у культурных растений. Обладая периодом покоя, семена прорастают в более благоприятных условиях (весной), и тем самым предотвращается гибель молодых всходов растений с наступлением похолодания осенью.

В период покоя в семенах растений почти полностью прекращаются ростовые процессы, сильно снижается интенсивность обмена веществ. Однако следует иметь в виду, что термин «период покоя» у семян нельзя понимать в буквальном смысле. Покой у семян бывает относительный. В этот период у них не проявляются внешние резкие изменения, но внутренние сложные биофизиологические процессы проходят в семенах беспрерывно.

Созревшие семена, попав в благоприятные условия, начинают прорастать. Прорастание семян — очень сложный физиологический процесс, во время которого в семенах происходят биохимические превращения одних веществ в другие. Под влиянием ферментов труднорастворимые вещества превращаются в растворимые и поступают в зародыш. Внешне прорастание семян заключается в том, что зародышевый корешок внедряется в почву и укореняется, а стебелек зародыша выходит из земли.

Таким образом, процесс прорастания семян слагается из трех основных моментов: 1) физического, т. е. поглощения воды семенами; 2) биохимического, т. е. перехода запасных питательных веществ из нерастворимого в растворимое состояние; 3) биологического, связанного с ростом зародыша после поглощения им растворимых питательных веществ. Все эти процессы взаимосвязаны.

Одним из обязательных условий для прорастания семян является наличие воды. Под влиянием воды семена набухают, увеличиваются в объеме, кожура семени разрывается, и зародыш освобождается от нее. Для прорастания семян существенным фактором является также тепло. Не все семена прорастают при одинаковой температуре. Пшеница, овес, например, прорастают при температуре почвы 3...4° С, кукуруза — при 10...12° С, хлопчатник — при 15...17° С.

Способность к прорастанию семена сохраняют в течение 3...5 лет, а семена некоторых растений (донник, клевер) могут прорастать

через 10...20 лет, но всхожесть семян с увеличением сроков хранения снижается. Имеются сведения, что семена лотоса, пролежавшие в торфе свыше 100 лет, сохранили свою всхожесть.

Семена сельскохозяйственных культур, нормально созревшие и хорошо сохранившиеся, прорастают обычно через 3...5 дней после посева.

Семена некоторых растений, особенно дикорастущих (донник, люцерна, некоторые виды вики, клевера), даже при нормальном дозревании и хранении отличаются плохой всхожестью, большинство из них при обычных условиях не прорастает. Это объясняется тем, что многие семена у этих растений имеют очень плотную оболочку, которая затрудняет доступ в них воздуха и воды. Такие семена называются твердыми. Если оболочку у такого семени нарушить (нацарапать), оно может нормально прорасти. В практике твердые семена либо перетирают с песком, либо пропускают через специальные машины, имеющие барабаны, обтянутые наждачной бумагой (скарификаторы). Царапины на оболочке семян значительно облегчают поступление в них воды и воздуха. Такой способ искусственной подготовки семян называется скарнфикацией.

У многих плодовых и лесных древесных растений твердые семена выводят из состояния покоя методом стратификации. При этом методе семена (яблони, груши, вишни, сливы) помещают во влажный песок, после чего вместе с тарой закапывают в снег на 2...3 мес. Семена дикорастущих растений претерпевают в течение зимы естественную стратификацию в результате перемены температур и неравномерного набухания, что способствует появлению дружных всходов.

У многих двудольных растений (горох, бобы, дуб, грецкий орех и др.) семядоли очень крупные, мясистые, при прорастании семян они остаются в почве и служат источником питательных веществ для проростков до тех пор, пока не образуются корни и настоящие листья. У других двудольных растений (фасоль, соя, люпин, донник, клевер, граб, рис. 167), семядоли при прорастании семян выносятся наружу — над землей, зеленеют и некоторое время, до образования настоящих листьев, не только снабжают проростки питательными веществами, но и осуществляют процесс фотосинтеза. Эти биологические особенности в прорастании семян надо учитывать при возделывании растений. Семена тех растений, у которых семядоли выносятся наружу, не должны заделываться при посеве глубоко, так как в противном случае всходы не смогут пробить толстый слой почвы и погибнут.

В результате прорастания семени образуется маленькое растение, которое называется проростком. У проростка различаются следующие составные части: корень, стебель, листья. Место перехода корня в стебель называется корневой шейкой. При образовании на стебле нескольких междоузлий нижнее из них называется подсемядольным коленом (гипокотиль), а меж-

доузлие от семядолей до первых настоящих листьев называется надсемядольным коленом (эпикотилем).

Функции семян. Семена выполняют в жизни растений очень существенную роль.

При помощи семян у растений осуществляется размножение, семена способствуют распространению, расселению растений по территории земли.

Использование семян. Семена имеют большое значение в жизни человека, который широко использует их в пищу, в корм, они служат сырьем для различных видов промышленности (хлебопекарной, пивоваренной, спиртовой, маслобойной), широко семена используются для приготовления лекарств и т. д. Однако семена могут причинять и вред. Так, например, семена сорных растений засоряют почву, появившиеся из них растения в борьбе за существование угнетают культурные растения и в результате снижают их урожай. Немало имеется растений, семена которых вредны и ядовиты, они могут вызвать при употреблении отравление животных и человека.

Плодовитость растений. Расселение растений в значительной степени зависит от их плодовитости, т. е. от количества образующихся плодов и семян. Некоторые цветковые растения производят колоссальное количество плодов и семян. Особенно плодовиты сорные и древесные растения. Такие растения, как заразиха, осот полевой, лебеда, образуют на одном экземпляре до 100 тыс. семян, щирица — до 500 тыс., белена — до 450 тыс. семян. Древесные виды производят на одно растение еще большее количество семян; тополь, например, образует до 30 млн. семян.

Такая высокая плодовитость дикорастущих растений обусловливается тем, что большинство плодов и семян не прорастает, так как попадает в неблагоприятные условия и гибнет.

Культивируемые сельскохозяйственные растения в большинстве случаев образуют плодов и семян меньше, чем сорные; у хлебных злаков (пшеница, овес, ячмень и др.) приходится на одно растение в зависимости от условий выращивания от 40 до 200 семян, иногда несколько больше.

Размеры плодов и семян. Величина и форма плодов и семян чрезвычайно разнообразны. Наиболее крупные плоды встречаются у тропических растений. Так, например, соплодие ананаса достигает 15 кг, а плод хлебного дерева — 40 кг. Плоды растений, произрастающих в умеренном климате, также могут достигать больших размеров — плоды арбуза весят до 30 кг, дыни — до 12 кг, тыквы — 40 кг и т. д.

Разнообразны по величине и семена. Одно семечко заразихи, например, весит всего 0,000001 г, у орхидей — 0,000003 г, зерновка пшеницы — в среднем 0,03 г, семя дуба, боба — до 15 г, в то время как семя кокосовой пальмы весит до 1 кг, а сейшельской пальмы — до 10 кг. Форма плодов и семян приводится при описании отдельных видов растений.

Распространение плодов и семян. Плоды и семена могут распространяться ветром, водой, птицами, животными, но особенно велика в распространении плодов и семян роль человека.

Плоды и семена, распространяемые ветром, имеют специальные образования, которые способствуют поддержанию их в воздухе — хохолки, крылатки. К этой группе относятся также растения с очень

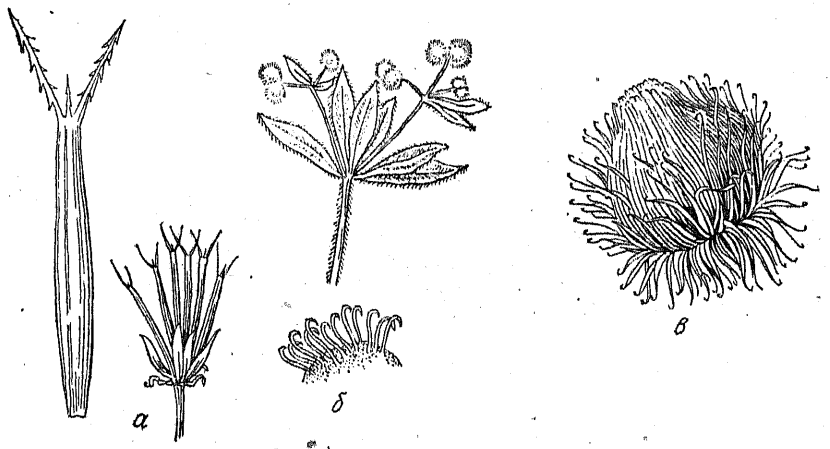


Рис. 168. Цепляющиеся плоды и семена:

а — плодики череды; *б* — прицепки на семенах подмаренника; *в* — корзинка лопушника с семянками

мелкими, легкими семенами. Распространяемые водой плоды и семена водных растений часто обладают различными приспособлениями, наполненными воздухом. Реки, особенно горные, морские течения переносят плоды и семена многих растений на очень большие расстояния.

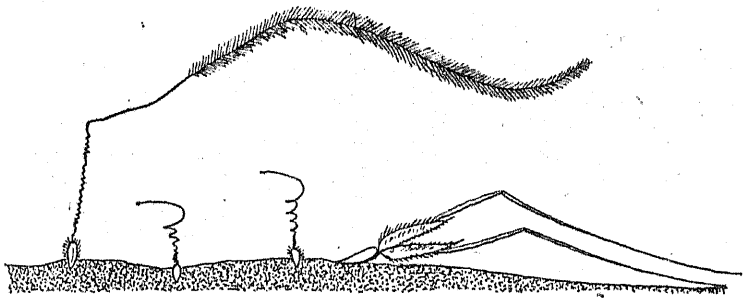


Рис. 169. Самозарывающиеся плоды ковыля

Плоды часто содержат большое количество питательных веществ и имеют яркую окраску, которая привлекает птиц и животных. Птицы питаются плодами различных растений, мякоть плодов

переваривается ими легко, а семена — трудно, и бо́льшая часть их в непереваренном виде выбрасывается вместе с калом. Птицы могут разносить семена растений на большие расстояния.

Существует группа растений, плоды и семена которых отличаются наличием различных цепких выростов в виде крючков, щетинок, шипиков, волосков (морковь, репейник; рис. 168), которыми они прочно прикрепляются к шерсти животных и переносятся на различные расстояния. Многие растения имеют специальные приспособления для разбрасывания (недотрога, акация желтая, вика) и для самозарывания семян (журавельник, ковыль; рис. 169).

Большую роль в распространении растений играет деятельность человека. Он специально перевозит плоды и семена растений в новые районы туда, где они раньше не росли. Часто человек бессознательно распространяет растения при помощи их плодов и семян во время перевозки различных товаров, продуктов, животных. Не случайно вдоль железных дорог можно наблюдать произрастание тех растений, которые вдали от железной дороги в этом районе неизвестны, семена и плоды их выметают или выбрасывают из вагонов с навозом при перевозке животных и фуража.

Филогенетические системы покрытосеменных

Эти системы более сложные, чем естественные, на базе которых они создались. В 1859 г. вышел в свет гениальный труд Ч. Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора». Ч. Дарвин прекрасно обосновал теорию эволюции органического мира, т. е. последовательного развития растительного и животного мира от первичных примитивных существ.

Филогения растений (филогенез) означает последовательное, эволюционное развитие растительного мира от самых примитивных форм до высокоорганизованных.

Филогенетическая система строится на общности происхождения живых организмов и выявляет родственные взаимоотношения между отдельными группами растений по комплексу признаков и свойств. Такая система должна отразить эволюцию растительного мира, историю его развития, составить родословное древо существующих растений, в котором должен получить отражение филогенез отдельных систематических групп растений. Создать такую совершенную систему очень сложно, так как растения появились на Земле много миллионов лет назад. За это время многие группы растений вымерли.

В настоящее время существует большое количество филогенетических систем покрытосеменных. Системы эти сильно разнятся между собой, что объясняется отсутствием среди ботаников-систематиков единого мнения об исходных группах покрытосеменных.

По созданию филогенетических систем покрытосеменных растений много ценного сделали наши отечественные ученые ботаники Н. И. Кузнецов, Н. А. Буш, Б. М. Козо-Полянский, А. А. Грос-

сгейм, А. Л. Тахтаджян и др., а также зарубежные ученые А. Энглер (XIX в., Германия), Р. Веттштейн (Австрия), Г. Галлир (конец XIX в., Германия), Ч. Бесси (США), Д. Хетчинсон (Англия) и др. Системы этих исследователей разработаны далеко не в одинаковой степени, и ни одна из них не является общепризнанной.

Пути исторического развития растений изображаются обычно в филогенетических системах графически в виде схемы родословного (генеалогического) древа в профиль, на котором схематично показана связь между отдельными группами растений в происхождении. Наиболее древние представители растений располагаются у основания древа, а самые молодые по происхождению помещаются на вершине. Остальные группы растений занимают промежуточное положение на главном стволе или его боковых ответвлениях в зависимости от их исторического развития (рис. 170).

Существуют и другие схемы построения филогенетических систем покрытосеменных растений. Так, например, отечественный ботаник проф. А. А. Гроссгейм представил филогенетическое древо не в профиль, а в виде проекции кроны древа на плоскости (рис. 171). В основу данной филогенетической системы автором положена стробилярная (эуантовая) теория происхождения цветка, и за примитивные формы покрытосеменных принимаются те, которые характеризуются наличием правильных, одиночных, цветков с большим количеством тычинок, пестиков и лепестков венчика. К таким примитивно древним формам автор относит две формы покрытосеменных — Anonales (древесные растения) и Ranales (травянистые растения), которые обычно объединяются в один эволюционно древний порядок — многоплодниковые (Polycarpicae).

Эти формы развития в филогенетической системе А. А. Гроссгейма находятся в центре, все остальные порядки в виде стволов древа расходятся от центра лучами.

Одной из новейших филогенетических систем покрытосеменных, цветковых растений является система советского ботаника акад. А. Л. Тахтаджяна. По данной системе отдел покрытосеменные делится на 2 класса: 1) двудольные (Magnoliatae, или Dicotyledoneae); 2) однодольные (Liliatae, или Monocotyledones), которые объединяют различное количество порядков. Всего автором описано 94 порядка, из них 75 порядков входят в класс двудольные и 19 порядков в класс однодольные. В своей работе А. Л. Тахтаджян заменил латинские названия некоторых таксономических единиц новыми.

Отдел покрытосеменные вместо Angiospermae называет Magnoliophyta, класс двудольные вместо Dicotyledoneae — Magnoliatae, а класс однодольные вместо Monocotyledoneae — Liliatae. Внесены изменения и в латинские названия порядков. Автор, как и другие исследователи, считает, что наиболее филогенетически древним является порядок многоплодниковые, который и лежит в основе новой филогенетической системы. Но автор дает этому порядку новое латинское название — Magnoliatae — вместо Polycarpicae.

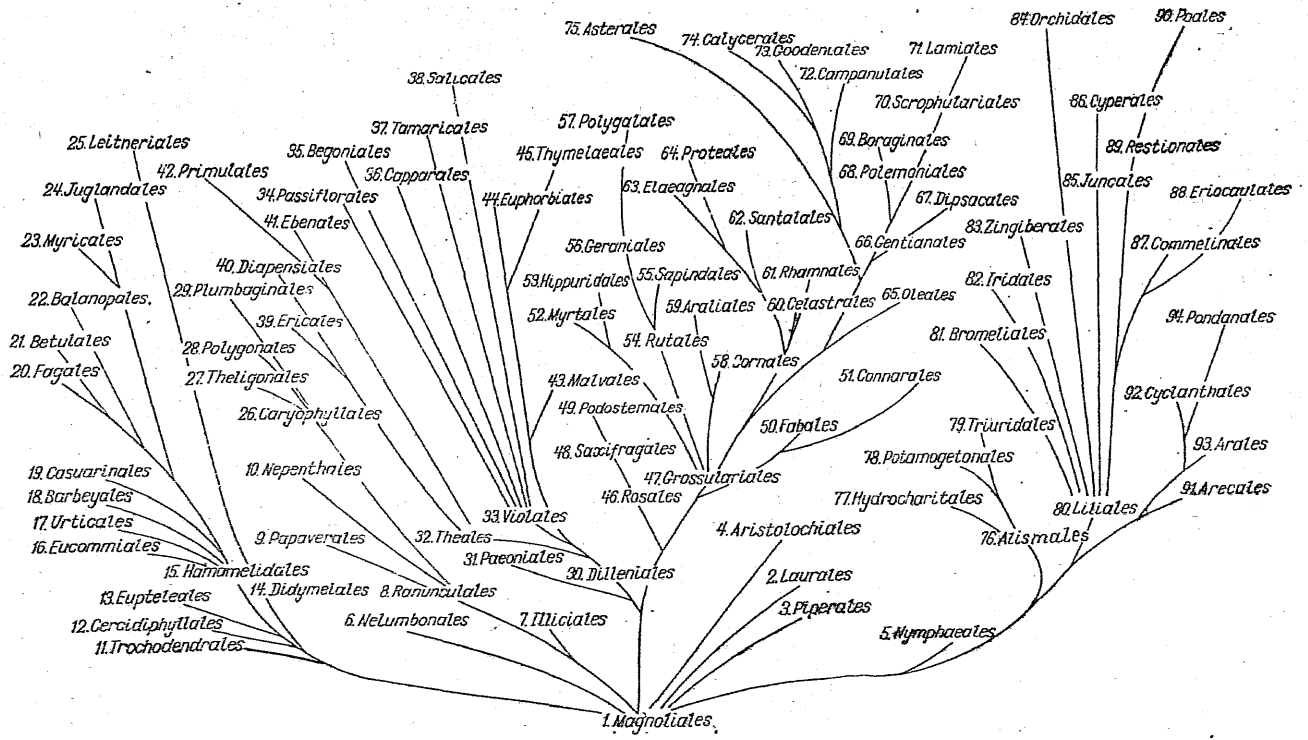


Рис. 170. Филогенетическая система покрытосеменных растений по А. Л. Тахтаджяну

Филогенетическая система А. Л. Тахтаджяна является несомненно прогрессивной, ибо она разработана более подробно. Помимо детально изученных морфологических признаков, автор использовал при составлении системы данные различных разделов ботаники — цитологии, анатомии, эмбриологии, палинологии и др.

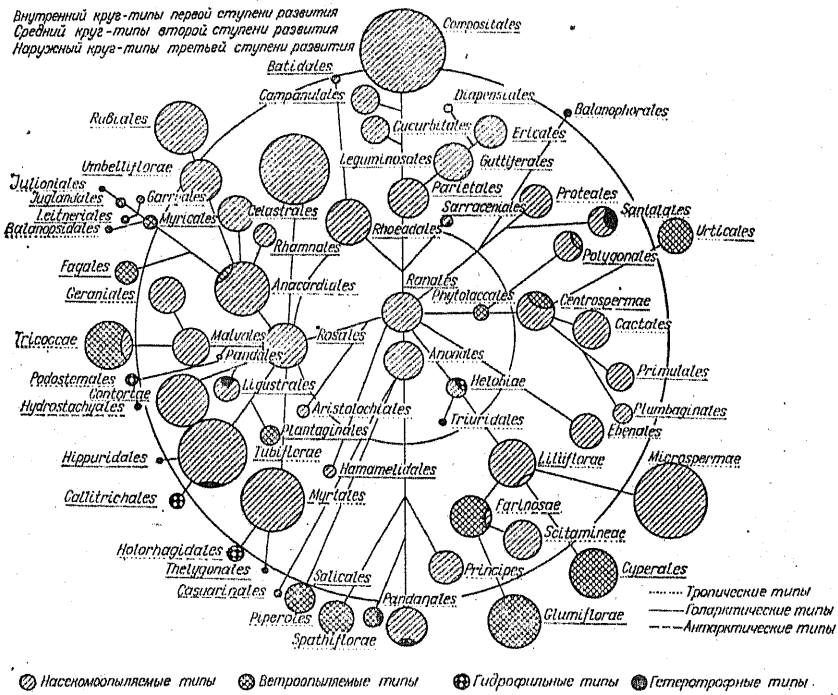


Рис. 171. Филогенетическая система покрытосеменных растений по А. А. Гроссгейму

Как уже указывалось, при построении современных филогенетических систем учитываются как морфологические признаки, так и биологические особенности растений. Различают признаки первичные, т. е. эволюционно древние, и вторичные, т. е. эволюционно молодые. Ниже приводится перечень основных морфологических и некоторых биологических признаков покрытосеменных растений:

Признаки первичные (эволюционно древние)	*Признаки вторичные* (эволюционно молодые)
Цветки одиночные	Цветки собраны в соцветия
Число членов цветка большое, неопределенное (много тычинок и пестиков)	Число членов цветка небольшое, определенное
Расположение членов цветка спиральное	Расположение членов цветка круговое

Околоцветник двойной	Без околоцветника
Венчик раздельнолепестный	Венчик сростнолепестный
Цветок актиноморфный (правильный)	Цветок зигоморфный (неправильный)
Завязь верхняя	Завязь нижняя
Гинецей апокарпный (несросшийся)	Гинецей ценокарпный (сросшийся)
Цветки обоеполые	Цветки однополые
Опыление перекрестное	Самоопыление
Опыление насекомыми (энтомофилия)	Опыление ветром (анемофилия)
Однодомность	Двудомность
Семя с эндоспермом	Семя без эндосперма
Семя с 2 семядолями	Семя с 1 семядолей
Стебель прямостоячий	Стебель вьющийся
Стебель неразветвленный	Стебель разветвленный
Сосудов нет	Сосуды есть
Лист простой	Лист сложный
Листья вечнозеленые	Листья опадающие
Расположение листьев спиральное (очередное)	Расположение листьев супротивное или мутовчатое
Жилкование сетчатое	Жилкование параллельное
Автотрофные растения	Гетеротрофные растения
Многолетние древесные растения	Однолетние травянистые растения
Наземные растения	Водные растения

Классификация

Общие сведения. Все огромное разнообразие покрытосеменных растений подразделяется на 2 класса — двудольные и однодольные. Как показывает название этих классов, они прежде всего отличаются по количеству семядолей в зародыше их семени. Зародыш семени представителей класса двудольные имеет 2 семядоли (бобовые и др.), а у семени растений класса однодольные только 1 семядоля (злаки и др.). Однако деление покрытосеменных на 2 класса основывается не только на количестве семядолей зародыша семени, но и на совокупности многих других признаков и биологических свойств, главные из которых перечислены ниже.

Отличительные признаки классов покрытосеменных приведены ниже:

Класс двудольные	*Класс однодольные*
Зародыш семени имеет 2 семядоли	Зародыш семени имеет 1 семядолю
Семя с эндоспермом или без эндосперма	Семя с эндоспермом
Стебель всегда имеет камбий, поэтому способен утолщаться	Стебель не имеет камбия и не способен утолщаться
Проводящие пучки открытые	Проводящие пучки закрытые
Проводящие пучки расположены в стебле по кругу	Проводящие пучки расположены в стебле рассеянно
Листья разнообразны по форме, часто сложные	Листья в большинстве случаев линейные или ланцетовидные, простые
Листья с прилистниками	Листья без прилистников
Жилкование листьев сетчатое или перистое	Жилкование листьев параллельное или дугообразное
Цветок чаще пятерного типа (5 чашелистиков, 5 лепестков, 5 или 10 тычинок, 5 плодолистиков)	Цветок чаще трехчленный (3 или 6 долей околоцветника, 3 или 6 тычинок, 3 плодолистика)
Околоцветник чаще двойной	Околоцветник чаще простой

Главный зародышевый корень хорошо развит	Зародышевые корни рано прекращают рост и заменяются придаточными корнями
Корневая система стержневая	Корневая система мочковатая

Среди двудольных имеется большое количество древесных форм, которые по происхождению являются более древними, чем травянистые формы. Как правило, двудольные обладают хорошо развитой стержневой корневой системой, которая в эволюционном отношении считается более древней, чем мочковатая корневая система, свойственная однодольным растениям. Следовательно, двудольные являются наиболее древней группой покрытосеменных растений, они дали начало однодольным.

Следует, однако, иметь в виду, что отличительные особенности классов двудольных и однодольных не являются абсолютными, среди двудольных имеются растения, которым свойственны некоторые признаки однодольных, а среди однодольных встречаются растения с некоторыми признаками двудольных.

Класс двудольные (Dicotyledoneae, или Magnoliatae). Этот класс включает около 200 тыс. видов, объединяемых примерно в 280 семейств, которые в свою очередь объединяются в более крупные систематические единицы — порядки. Остановимся на характеристике некоторых из них.

Порядок многоплодниковые (Polycarpicae, или Magnoliales). Этот порядок считается наиболее древней группой покрытосеменных растений, так как они обладают наибольшим количеством примитивных древних признаков, перечисленных выше. Основанием для такого вывода служит характерное строение типичного цветка многоплодниковых (магнолия, лютик), которому свойственно большое количество эволюционно древних признаков: сильно вытянутое цветоложе, раздельнолепестный венчик с большим количеством лепестков, расположенных спирально. Особенно характерным для данного порядка является наличие в цветке большого количества тычинок и пестиков (плодников), откуда и произошло название порядка. Гинецей апокарпный (несросшийся). Плод разнообразного строения, чаще всего состоит из отдельных плодиков — орешков или листовок, редко ягода или коробочка.

Типичные цветки, как правило, одиночные, обоеполые, правильные (актиноморфные), крупные, околоцветник яркоокрашенный; подпестичные, т. е. тычинки и листочки венчика прикреплены к цветоложу под пестиком. Срастание элементов цветка — явление очень редкое. Цветки насекомоопыляемые. Листья простые, различной степени рассеченности. Однако у многих представителей этого порядка общий типичный план строения цветка подвергался значительным изменениям в процессе эволюции.

Эволюция у многоплодниковых шла по пути уменьшения числа тычинок, пестиков, лепестков, от апокарпного (несросшегося) к ценокарпному (сросшемуся) гинецею; от верхней завязи к нижней; от правильного околоцветника к неправильному; к формированию

двойного околоцветника. Уменьшение числа тычинок и пестиков цветка постепенно привело к круговому — циклическому (вместо спирального) — их расположению, что сближает этот порядок с порядком розоцветные.

Порядок многоплодниковые объединяет свыше 20 семейств; из древесных — магнолиевые, анноновые, лавровые, барбарисовые, а из травянистых — лютиковые, кувшинковые и др.

Порядок многоплодниковые часто делят на 2 подпорядка: 1) Magnoliales объединяет семейства, представленные древесными растениями; представители этого подпорядка распространены преимущественно в тропиках и субтропиках (семейства магнолиевые, анноновые, лавровые и др.); 2) Ranales объединяет семейства травянистых растений, распространенных как в тропической, так и в нетропической зоне (лютиковые, кувшинковые и другие растения). Эти подпорядки, как правило, являются основой филогенетических систем.

Семейство магнолиевые (Magnoliaceae). Наиболее древнее, вымирающее семейство покрытосеменных растений. В него входит около 200 видов тропических и субтропических древесных и кустарниковых растений.

Цветки крупные, чаще обоеполые, правильные, одиночные, с характерным удлиненно-коническим цветоложем, энтомофильные. Околоцветник двойной, у некоторых видов резкой грани между венчиком и чашечкой нет. Венчик из 6...12 лепестков, расположенных спирально. Тычинок и пестиков много, они расположены также по спирали. Плодики — листовки или орешки, соединены в сборный, шишкообразный плод. Листья крупные, простые, цельнокрайные, кожистые, сверху часто блестящие, с внутренними эфиромасличными желёзками.

Представителями этого семейства являются роды магнолия, тюльпанное дерево, лимонник, дримис и др.

Род магнолия (Magnolia L.) объединяет около 30 видов. Характерным представителем является магнолия крупноцветковая.

Магнолия крупноцветковая (M. grandiflora L.) — древесное вечнозеленое растение, до 30 м высоты. Листья крупные, простые, кожистые, удлиненно-овальной формы, короткочерешковые, имеют большое количество внутренних желёзок, с верхней стороны блестящие. Цветки одиночные, правильные, двуполые, крупные (до 10 см в диаметре), с сильным приятным запахом. Околоцветник с 6...12 лепестками, белой и розовой окраски, расположенными 3-членными кругами. Тычинок и пестиков много. Они расположены спирально на коническом цветоложе. Плод сборный, довольно крупный (5...8 см длины), состоит из большого количества листовок и внешне очень сходен с шишкой хвойных (рис. 172). Зрелые семена красные и свисают на длинных нитях.

Магнолия — наиболее древний представитель двудольных. По палеоботаническим данным, магнолия в меловой период росла на территории современной Гренландии, Шпицбергена, Сахалина. В на-

стоящее время в диком виде представители рода магнолия произрастают в Восточной Азии и в восточной приатлантической части Северной Америки.

На Кавказе, в Крыму и на юге Средней Азии выращивается как декоративное растение.

Род тюльпанное дерево (Liriodendron L.) объединяет древесные листопадные виды растений. Цветки внешне сходны с цветками тюльпанов, одиночные, обоеполые, тычинок и пестиков много. Венчик зеленовато-белый, без запаха. Плод сборный — из многочисленных крылаток. Листья простые, крупные (12...15 см), лопастные, очередные, снизу матовые, сверху блестящие. Очень характерны по форме — имеют 4 острые лопасти с выемкой на вершине. Древесина желтого цвета, высоко ценится в столярном производстве. Родина — Северная Америка и Китай. В СССР выращивается как декоративное на побережье Черного моря.

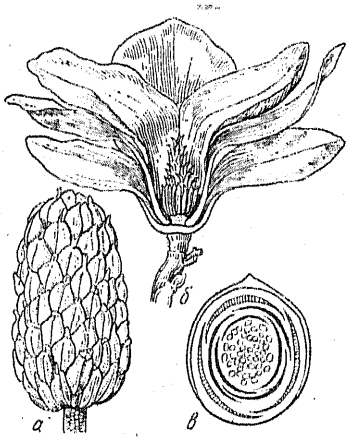


Рис. 172. Магнолия крупноцветковая:

а — сборный плод «шишка»; *б* — цветок в разрезе; *в* — диаграмма цветка

Род лимонник (Schizandra Rich.) представлен лимонником китайским.

Лимонник китайский [S. chinensis (Turcz.) Baill.] — деревянистая лиана, 10...15 м длины, произрастающая в большом количестве на горных склонах в лесах Дальнего Востока, Сахалина, Китая и Японии. Листья простые, остроконечные, слабозубчатые по краям. Цветки белые или розовые. Двудомные. Плод — ягода, оранжево-красного цвета. Корень, стебель и листья при растирании обладают запахом лимона.

Семейство магнолиевые имеет практическое значение. Разводятся как декоративные растения. Из цветков, листьев и молодых побегов магнолий добывают сильноароматическое эфирное масло. Препараты из листьев магнолии употребляют в медицине как лечебное средство, понижающее кровяное давление.

Плоды лимонника китайского применяются в медицине для приготовления лекарства, повышающего тонус организма. Желтая древесина тюльпанного дерева используется в столярном производстве.

Семейство аноновые (Anonaceae). Главным образом тропические, реже субтропические древесные и кустарниковые, близкие к семейству магнолиевые. Плод мясистый, сочный, грушевидной или огуречной формы. Всего около 800 видов. Некоторые виды возделываются как плодовые (плоды по вкусу сходны со сливками).

Анона настоящая, анона черимойя (Anona cherimolia L.) даже в самых южных областях СССР часто вымерзает.

Семейство лавровые (Lauraceae). Цветки мелкие, правильные, обоеполые, чаще белой или зеленой окраски, тройного типа. Околоцветник из 6 лепестков, расположенных в 2 круга (в каждом по 3), тычинок 9 или 12, расположенных тоже кругами по 3, пестик 1. Плоды — костянки или ягодообразные. Семя без эндосперма. Листья простые, цельнокрайные, без прилистников, вечнозеленые. Преобладают древесные формы. К этому семейству относится свыше 1000 видов.



Рис. 173. Лавр благородный:
а — цветок в разрезе; *б* — ветвь с плодами

Наиболее характерными представителями являются лавр благородный, анисовое дерево (Sassafras officinalis L.), камфарное дерево (Cinnamonum camphora L.).

Лавр благородный (Laurus nobilis L.) — тропическое и субтропическое, вечнозеленое древесное или кустарниковое растение, 5...15 м высоты. Цветки мелкие, правильные, желтоватой окраски, раздельнолепестные, раздельнополые. На Кавказе цветет почти круглый год. Плод — костянка, сине-черного цвета (рис. 173). Листья кожистые, простые, очередные, широколанцетные, с заостренными концами, сверху блестящие, короткочерешковые, содержат большое количество желёзок с эфирными маслами очень резкого запаха.

В дикорастущем состоянии особенно широко распространен в Средиземноморье; в СССР растет в Закавказье и на Южном берегу Крыма.

Семейство лавровые имеет практическое значение. Листья лавра в сухом виде (лавровый лист) используются как пряность в кулинарии, при изготовлении маринадов. Из плодов лавра получают масло, используемое в медицине.

Древесина и листья камфарного дерева используются для получения камфары; древесина отличается исключительной стойкостью к повреждениям насекомыми.

Семейство барбарисовые (Berberidaceae). Преимущественно кустарники, реже многолетние травы. Виды этого семейства значительно различаются по внешнему облику.

Листья простые или сложные. У некоторых видов часть листьев превращена в колючки. Цветки одиночные или собраны в кистевидные соцветия, чаще двойные. Лепестки расположены кругами,

лепестки внутреннего круга несут нектарники. Плод — чаще ягода, реже орешек или коробочка. Все представители этого семейства содержат алкалоид берберин.

Это семейство объединяет около 250 видов, распространенных главным образом в зоне с умеренным климатом. В СССР встречается около 30 видов, из которых наиболее типичным является барбарис обыкновенный

Барбарис обыкновенный (Berberis vulgaris L.) — кустарник, имеющий простые, зубчатые листья, собранные пучками на боковых укороченных побегах (рис. 174). В пазухах настоящих листьев формируются видоизмененные листья в виде острых колючек. Цветки желтые, собраны в кистевидные соцветия. Околоцветник двойной. Плод — ярко-красная ягода, съедобен. Опыление энтомофильное. В диком состоянии растет в средней и южной полосе Советского Союза. Барбарис является промежуточным хозяином линейной ржавчины, поражающей хлебные злаки.

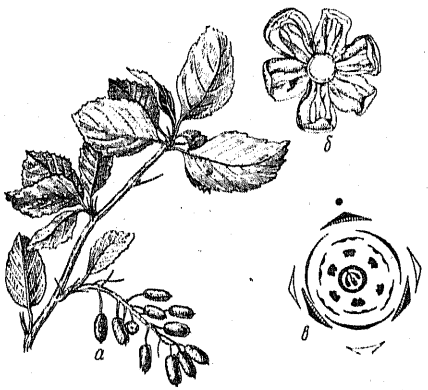


Рис. 174. Барбарис обыкновенный:
а — ветвь с плодами; *б* — цветок; *в* — диаграмма цветка

Декоративное, медоносное, лекарственное растение, ягоды используются в пищу.

Семейство лютиковые (Ranunculaceae). Объединяет свыше 1200 видов, из них в СССР произрастает до 500 видов. Кустарники, травы.

Корневая система стержневая, нередко мочковатая; часто имеются хорошо развитые корневища. У многих многолетних видов в 1-й год жизни корневая система бывает стержневая, а на 2-й и последующие годы — мочковатая, которая формируется за счет развивающихся придаточных корней. Стебли прямостоячие, ползучие, вьющиеся. Листья простые, очередные или спирально расположенные, без прилистников, разнообразные по форме — от цельных до сильно расчлененных, жилкование сетчатое, желёзок не имеют. Цветки разнообразные по форме, обычно одиночные, реже в малоцветковых соцветиях или густых кистях, обоеполые, в большинстве случаев правильные, но нередко и неправильные. Лепестков от 4 до 20, часто яркоокрашенных; венчик, как правило, раздельнолепестный. Гинецей несросшийся. Цветоложе коническое.

Характерно наличие подпестичных цветков, у которых тычинки и частично околоцветники прикреплены к удлиненному цветоложу под пестиками. Тычинки и пестики расположены по спирали, лепестки и чашелистики могут быть расположены по кругу (циклически). Завязь верхняя, с одной или несколькими семяпочками. Для многих

лютиковых характерно образование махровых цветков. Большинство представителей насекомоопыляемые. Плоды — листовки, орешки, часто сборные, реже коробочки и ягоды. Сборные плоды лютиковых внешне сходны с шишкообразными сборными плодами магнолии.

Лютиковые находятся еще в стадии становления, до сих пор внутри семейства продолжаются процессы формообразования. Внутри этого семейства можно проследить эволюцию цветка от самых примитивных древних форм до высокоорганизованных сложных. Представители низшей ступени организации характеризуются наличием цветков с примитивными признаками. У них цветки правильные, одиночные, с неопределенно большим количеством пестиков, тычинок и листочков простого околоцветника, расположенных по спирали (горицвет); нектарники отсутствуют. У более высокоорганизованных родов ясно выражены приспособления цветка к опылению уже определенными видами насекомых; появляются нектарники сначала в виде простых ямок на лепестках, а затем они приобретают более сложное строение; простой околоцветник сменяется двойным, причем чашелистики и лепестки располагаются не по спирали, а по кругу (лютик); правильные цветки сменяются неправильными (аконит, живокость). Число пестиков и тычинок изменяется от большого, неопределенного до небольшого и постоянного.

Неменьшее разнообразие существует у лютиковых и по листьям, формы которых колеблются от простых цельнокрайных (калужница) до сильно рассеченных, приближающихся к сложным (горицвет).

Семейство лютиковые более совершенно, чем семейство магнолиевые, но сходно с ним неопределенным количеством спирально (и по кругу) расположенных членов цветка и наличием несросшегося гинецея.

Некоторые древние представители этого семейства (горицвет), имея очень примитивное строение цветка и шишкообразный сборный плод, близки к магнолиевым. В отличие от магнолиевых лютиковые не имеют в листьях желёзок, у них иное строение пыльцы, они представлены исключительно травянистыми растениями, древесных форм в этом семействе нет.

Для семейства лютиковые характерны и некоторые биологические особенности. Многие представители семейства лютиковые зацветают рано весной (ветреница, прострел, калужница, купальница и др.), так как имеют корневые шишки, в которых в течение предыдущего вегетационного периода откладываются питательные вещества. Почти все виды этого семейства содержат те или иные ядовитые начала (алкалоиды, гликозиды, сапонины, синильную кислоту) поэтому в зеленом виде ядовиты и могут вызвать отравления животных. Обычно животные их не поедают. В сухом виде большинство растений теряет свою ядовитость и в сене становится безвредным, но поедается животными плохо.

Некоторые представители семейства лютиковые обладают признаками, характерными для представителей класса однодольные. Например, зародыш семени у родов лютик, ветреница, чистяк,

аконит, живокость имеет одну семядолю, которая обычно возникает в результате срастания двух. У таких растений, как василистник (Thalictrum sp.), воронец (Actaea sp.), анатомическое строение стебля сходно с таковым у однодольных растений: у них проводящие пучки расположены не по кругу, а рассеяны по стеблю. У ряда представителей (чистяк, лютик, калужница) корневая система мочковатая ввиду недоразвитости главного корня.

В дикорастущем состоянии лютиковые распространены главным образом в областях зоны умеренного климата северного полушария, но многие виды произрастают на Кавказе, в Средней Азии. Судя по современному распространению и данным палеоботаники, это семейство имеет арктическое происхождение. Наиболее широко распространенными родами в Советском Союзе являются лютик, ветреница, купальница, горицвет, живокость, борец (аконит), водосбор, прострел, чистяк и др.

Род лютик (Ranunculus L.) включает до 600 видов, из них в СССР около 160 видов, произрастающих на избыточно увлажненных местах.

Преимущественно многолетние травы, редко однолетние. Цветки обоеполые, чаще одиночные, с двойным околоцветником, желтые. Лепестков 5, расположены они по кругу, несросшиеся, у основания каждого лепестка нектарная ямка. Тычинок и пестиков много, расположены по спирали. Завязь верхняя. Чашечка 5-членная. Плод односемянный, сборный, состоит из большого числа плодиков — семянок. Листья очередные, чаще пальчатораздельные. Корневая система мочковатая. Нередко хорошо развиты корневища.

Как правило, виды этого рода содержат ядовитое летучее вещество анемонол, которое вызывает у животных отравление.

Лютик едкий (R. acer) представляет собой травянистое многолетнее растение. Листья очередные, нижние — черешковые, сильно пальчато-5-рассеченные; верхние сидячие, рассеченные на 3 доли. Цветки одиночные, лепестков 5, желтые (рис. 175).

Цветет с мая по сентябрь. Наиболее распространен на сырых лугах, пастбищах, в лесах, почти по всему СССР, кроме засушливых районов. В зеленом виде ядовит.

Лютик ползучий (R. repens L.) — многолетнее растение. Стебель 20...60 см высоты, стелющийся легкоукореняющийся в узлах побегов. Листья черешковые, тройчаторассеченные. Цветки одиночные, ярко-желтые, венчик 5-лепестный. Растение с корневищами.

Род ветреница, анемона (Anemone L.), объединяет многолетние ядовитые травы. Цветки правильные, одиночные, ярко-окрашенные, с 5...8 несросшимися лепестками. Цветут рано весной. Широко распространены в лесах европейской части СССР. Всего около 90 видов, в СССР — около 50.

Ветреница лесная (A. silvestris L.) — многолетнее травянистое растение. Стебли прямостоячие, 10...40 см высоты, тонкие, легко раскачивающиеся ветром. Листья черешковые, 3...

5-раздельные. Цветки одиночные, довольно крупные, лепестки белые. С длинными толстыми корневищами. Растет главным образом в степной и лесостепной зонах, на опушке леса. Цветет очень рано, в апреле — мае.

Широко распространены также ветреница дубравная (A. nemorosa L.; рис. 176), ветреница лютиковая (A. ranunculoides L.) с желтыми цветками, ветреница алтайская (A. altaica Fisch. ex C. A. Mey.) и др.

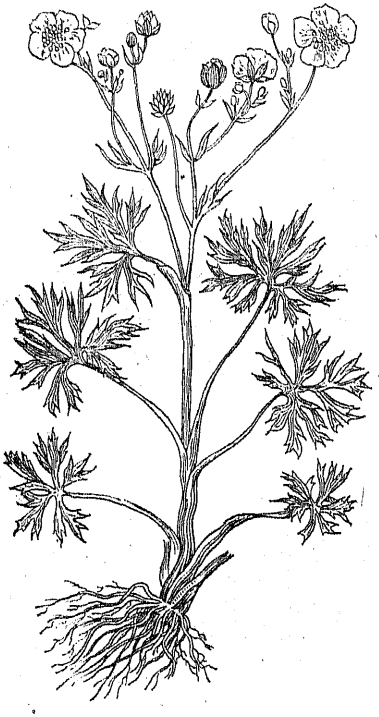


Рис. 175. Лютик едкий

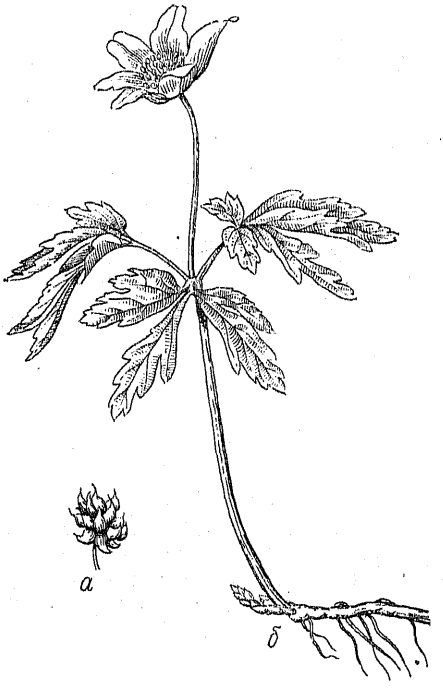


Рис. 176. Ветреница дубравная:
а — сборный плод; *б* — общий вид

Род купальница (Trollius L.) объединяет многолетние травы, с крупными, одиночными, шаровидной формы цветками. Околоцветник двойной, чашелистики лепестковидные в количестве 10...20, расположены по спирали, за ними к центру — узкие лепестки, выполняющие функции нектарников. Чашелистики и лепестки желтого или оранжевого цвета. Тычинок и пестиков много. Плод — сборная листовка.

В СССР известно 11 видов, большинство из них имеет широкое распространение в Сибири и на Дальнем Востоке. Растет главным образом на сырых лугах, в кустарниках, на лесных опушках.

Купальница европейская (T. europaeus L.) — многолетнее травянистое растение, 30...60 см высоты. Цветки одиночные, шаровидной формы, желтой окраски. Плод — сборная листовка. Листья очередные с длинными черешками, пальчато-5-раздельные, остроузубчатые (рис. 177). Распространена в европейской части СССР на сырых лугах и в лесах.

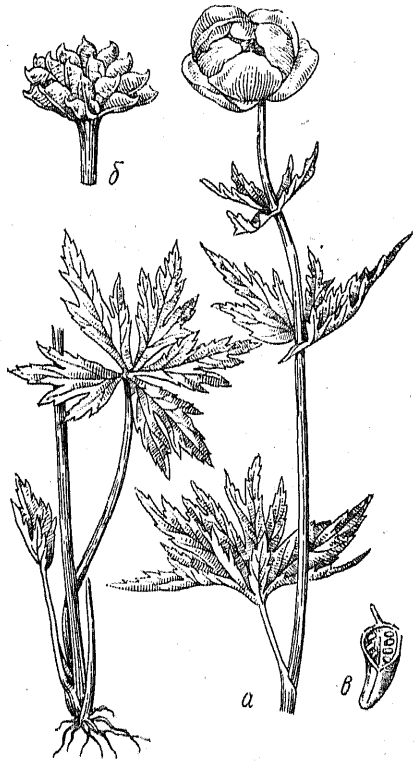


Рис. 177. Купальница европейская: *а* — общий вид; *б* — сборный плод; *в* — отдельная листовка

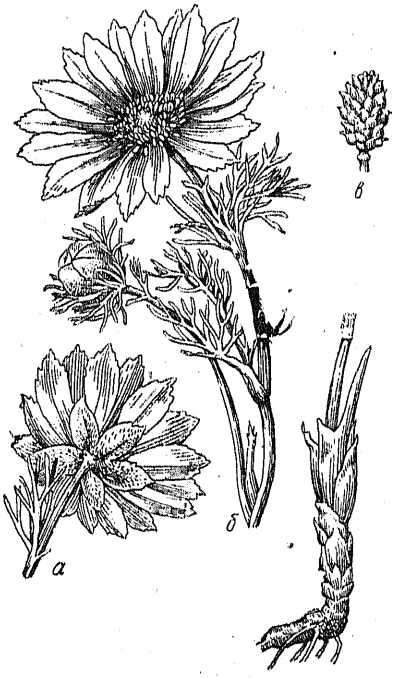


Рис. 178. Горицвет весенний: *а* — цветок; *б* — общий вид; *в* — сборный плод

В Сибири встречается купальница сибирская (T. asiaticus L.) с оранжевыми цветками, за последнее время возделывается как декоративное растение.

Род горицвет (Adonis L.) объединяет травянистые растения с яркоокрашенными, крупными, одиночными цветками, желтого цвета. Околоцветник двойной, чашелистиков 5, лепестков, тычинок и пестиков много. Плод — сборная семянка. В СССР известно более 10 видов.

Горицвет весенний (A. vernalis L.) — многолетнее травянистое растение, 5...40 см высоты. Стебли прямостоячие, мало-

ветвистые. Внизу густо покрыты чешуевидными листьями. Листья сидячие, широкие, ланцетные, надрезные. Цветки крупные, желтые, одиночные (рис. 178). Плод — сборная листовка. Дикорастущее, декоративное и лекарственное растение, содержит гликозид адонидин; водный настой горицвета употребляют в медицине при сердечных заболеваниях. Чаще произрастает в степной и лесостепной зонах.

Род живокость, шпорник (Delphinium L.) включает однолетние и многолетние травянистые растения. Для этого рода характерно наличие неправильного (зигоморфного) цветка, что является высшей ступенью эволюции лютиковых, так как зигоморфный цветок приспособлен к опылению насекомыми, имеющими определенную форму тела и, следовательно, опыляющими цветки определенной группы растений.

Род объединяет около 200 видов, имеющих широкое географическое распространение. Некоторые виды известны как сорные растения. В настоящее время широко используется в декоративном садоводстве, имеется свыше 200 сортов с различной окраской цветков, часто махровых.

Живокость полевая (D. consolida L.) иначе называется рогатые васильки, шпорник, сокирки. Наиболее часто встречающийся вид. Однолетнее растение. Стебли прямостоячие, ветвистые, высотой 20...50 см. Листья крупные, тройчаторассеченные. Цветки неправильные, обычно синие, собранные в кисти. Известно как сорно-полевое растение.

Род аконит, или борец (Aconitum L.), объединяет растения с неправильными цветками, опыляемыми насекомыми, преимущественно шмелями. Цветки крупные, синей, фиолетовой, желтой, реже белой окраски, собраны в кисти. Плод — многосемянная листовка. Листья крупные, пальчатораздельные. Корни утолщенные, клубневидные, очень ядовитые. Известно до 50 видов, большинство которых произрастает на Дальнем Востоке. Все виды ядовиты, содержат алкалоид аконитин. Часто разводятся как декоративные и лекарственные растения.

Аконит, или борец, каракольский (A. karakolicum Rapaics) — многолетнее, высокое, травянистое растение с прямостоячими стеблями, до 1,5 м высоты. Листья очередные, черешковые, крупные, пальчато-5-рассеченные. Цветки крупные, неправильные, темно-синего цвета (рис. 179). Ядовиты все части растения, а особенно корни. Ядовит для всех видов животных. Широко распространен в Киргизии в районе г. Пржевальска, на склонах гор около озера Иссык-Куль, поэтому данный вид часто называют иссык-кульским корешком.

Другой вид — борец волчий (A.lasiostomum) — имеет цветки желтые. Свое название получил за то, что его сок употребляют при отравлении приманки для волков.

Род водосбор, аквилегия (Aquilegia L.) представлен многолетними травами. Цветки с 5 яркоокрашенными крупными ча-

шелистиками и 5 воронковидными, вытянутыми в длинный шпорец лепестками (рис. 180) синего, фиолетового, белого, розового и других цветов. Известно свыше 50 видов. Имеется большое количество сортов. Культивируется как декоративное растение.

Несмотря на огромное разнообразие видов, семейство лютиковые в агрономической практике никакого значения, по существу, не имеет. Нет ни одного представителя



Рис. 179. Аконит каракольский:
а — цветущая ветвь; *б* — тычинка; *в* — цветок в разрезе; *г* — гинецей; *д* — сборная листовка



Рис. 180. Водосбор обыкновенный:
а — цветок; *б* — цветущая ветвь

этого семейства, который возделывался бы человеком в полевых условиях на больших площадях. Часто возделываются в качестве декоративных растений аконит, водосбор, живокость и др. Как лекарственные растения используются аконит, адонис, прострел луговой и др. Среди лютиковых много сорных растений.

Семейство пионовые (Paeoniaceae). Это семейство состоит из одного рода пион, который объединяет около 30 видов.

Многолетние травы или полукустарники. Листья простые, очередные, от цельных до сильно рассеченных. Цветки крупные, одиночные, околоцветник двойной. Лепестков 5...8. Чашелистиков 5. Тычинок много, в неопределенном числе, пестиков 1...8, чаще 3.

Венчик яркоокрашенный, белый, красный, розовый и другой окраски. Плод — листовка. Корни имеют утолщение в виде клубней. Выращивается как декоративное растение.

В культуре существует большое разнообразие сортов, различающихся по окраске цветков и их строению (от простых до махровых).

Пион древовидный (Paeonia moutan Sims) — ветвистый кустарник, до 2 м высоты, в диком виде растет в Китае и Японии, в нашей стране выращивается на юге как декоративное растение.

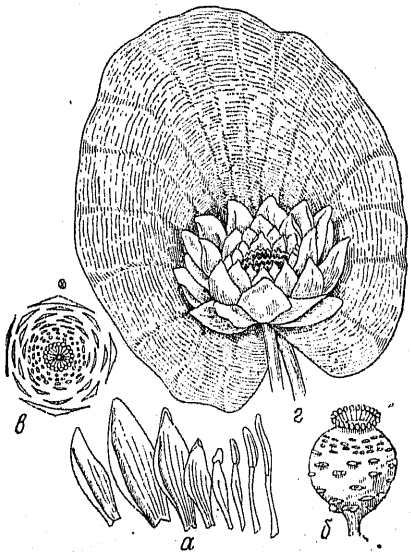


Рис. 181. Кувшинка белая:

а — переход от тычинок к лепесткам; *б* — плод; *в* — диаграмма цветка; *г* — цветок

Семейство кувшинковые, или нимфейные (Nymphaeaceae). Это преимущественно водные многолетние, травянистые растения с сильно развитыми корневищами. Листья цельные, черешковые, плавающие на поверхности воды. Цветки крупные, одиночные, правильные, обоеполые. Тычинок много, часто в цветке имеются переходы от тычинок к лепесткам. Семейство тропического происхождения. Насчитывает около 100 видов. Наиболее древними родами являются виктория, лотос. В СССР широко распространены кувшинка и кубышка.

Семейство кувшинковые несет ряд признаков однодольных растений: семядоля 1, получившаяся в результате срастания 2; сосудисто-волокнистые пучки замкнутые, расположены рассеянно.

Род кувшинка (Nymphaea L.) представлен в СССР 3 видами. Наиболее распространена кувшинка белая.

Кувшинка белая (N. alba L.). — многолетнее растение, растет в реках, прудах, озерах. Цветки красивые белые, крупные, одиночные, правильные, обоеполые, околоцветник двойной. Чашелистиков 4, снаружи они зеленые, внутри белые. Число спирально расположенных лепестков венчика неопределенное (рис. 181). Гинецей погружен в мясистое цветоложе. На верху завязи образуется одно многолучевое рыльце, число лучей соответствует количеству сросшихся плодолистиков. У этого растения особенно хорошо заметны постепенные переходы тычинок в лепестки, а лепестков —

в чашелистики. Плод — коробочка. Крупное корневище содержит много крахмала; вымоченное в воде, может использоваться в корм свиньям.

Менее распространена кувшинка малая (N. tetragona Georgi), растущая в озерах.

Род кубышка (Nuphar Smith) представлен видом кубышка желтая.

Кубышка желтая [N. luteum (L.) Smith] — многолетнее травянистое водное растение с толстыми мясистыми корневищами. Цветки одиночные, желтые, чашечка 5-листная, лепестков много. Широко распространена в СССР.

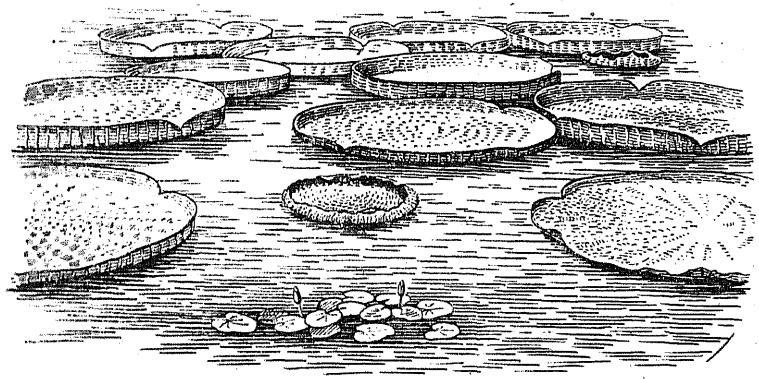


Рис. 182. Виктория регия

Род лотос (Nelumbium Juss.) объединяет водные многолетние растения с крупными (в диаметре до 25 см) розовыми цветками. Листья округлые (до 50 см в поперечнике), на длинных черешках, приподняты над водой. В Японии считается священным растением. В СССР растет 1 вид — лотос ореховидный (N. nuciferum Gaertn.) — в заповеднике дельты р. Волги, в низовьях р. Куры и на Дальнем Востоке.

Лотос настоящий, или египетский (N. lotus L.), широко распространен по Нилу и другим рекам Африки.

Род виктория (Victoria L.) объединяет несколько видов.

Виктория регия (V. regia L.) — это водное растение с красивыми крупными цветками, которые достигают в диаметре 40 см. Раскрывается цветок вечером, цветет 3 дня и ежедневно меняет свою окраску: в 1-й день бутон имеет белую окраску, распустившись — розовую, на 2-й день — темно-красную и на 3-й — пурпуровую. Листья очень крупные (в диаметре больше 2 м), округлой формы, с краями, загнутыми вверх (рис. 182). В дикорастущем состоянии образует большие заросли на р. Амазонке в Южной Америке; в СССР возделывается в оранжереях как красивое декоративное водное растение. В оранжереях СССР как декоративное растение выращивается и другой вид виктории — V. cruziana L.

Порядок розоцветные (*Rosales*). В этот порядок входят травянистые, кустарниковые и древесные растения. Свое начало розоцветные ведут от многоплодниковых, с которыми обнаруживают близкое родство и имеют прямую связь через ряд промежуточных форм по строению цветка и листьев. Представители порядка несут первичные признаки, общие с многоплодниковыми, такие, как большое число тычинок и пестиков, часто несросшийся (апокарпный) гинецей.

Наряду с наличием первичных признаков представителям этого обширного порядка свойственно и более совершенное строение цветка с определенным числом его частей (тычинок, пестиков, лепестков), наличием прилистников и подчашия, которые отсутствуют у многоплодниковых. Цветоложе расширенное, вогнутое или выпуклое, цветки правильные, околоцветник чаще всего пятерного типа и двойной; появляются представители с нижней завязью. Лепестки венчика и многочисленные тычинки у розоцветных прикреплены к краям цветоложа. Листья простые и сложные.

Из этого порядка рассмотрим семейства камнеломковые и розанные, очень близкие по своему происхождению.

Семейство камнеломковые (Saxifragaceae). Очень разнообразное семейство (около 110 видов). Включает травы, кустарники, деревья. Многие виды образуют прикорневые листовые розетки, что способствует лучшему перезимовыванию растений.

Листья простые, чаще очередные, реже супротивные, без прилистников. Цветки правильные, обоеполые, околоцветник чаще двойной. Лепестков и чашелистиков по 5. Тычинок обычно 5, пестик 1 с несколькими столбиками. Соцветие — кисть или метелка. Плод — коробочка или ягода.

Наиболее типичными представителями являются роды камнеломка, смородина, крыжовник, гортензия, чубушник, бодан и др.

Многие представители из рода камнеломок, произрастая в горных районах, образуют мощные листовые розетки и стелющиеся подушкообразной формы кусты. Такая форма кустов способствует лучшему перезимовыванию растений в суровых условиях.

Род камнеломка (Saxifraga L.) представлен видами, которые произрастают главным образом на каменистых склонах в горах Кавказа, Тянь-Шаня, в Арктике. Имеют хорошо развитую корневую систему.

Преимущественно многолетние травы, реже однолетние. Листья собраны в густую прикорневую розетку (рис. 183), короткие ветви образуют кусты в виде подушек. К этому роду относится около 80 видов.

Род смородина (Ribes L.) * объединяет свыше 100 видов, из них в СССР встречается более 35. Как правило, кустарники

---

* Некоторые систематики относят смородину и крыжовник к самостоятельному семейству крыжовниковые — Grossulariaceae.

широко распространены в диком виде в Сибири, где в лесах смородина образует часто большие заросли. Многие формы имеют приятные на вкус плоды; растет также в Северном Казахстане, на Алтае, на севере европейской части СССР. Нередко дикорастущие формы являются родоначальником культурных сортов смородины.

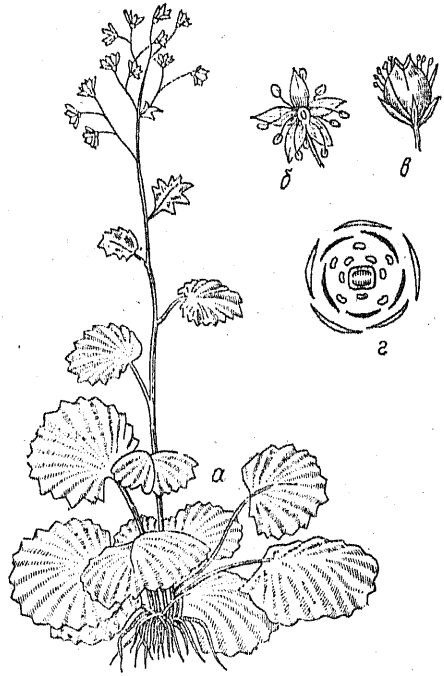


Рис. 183. Камнеломка кожистолистная: *а* — общий вид; *б* — цветок; *в* — плод; *г* — диаграмма цветка

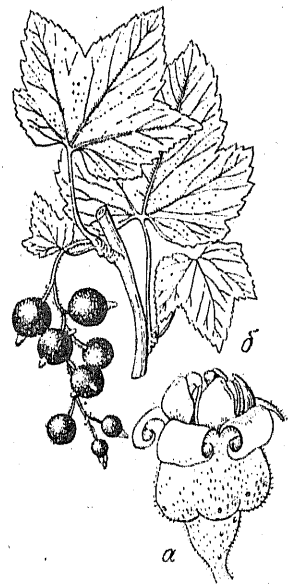


Рис. 184. Смородина черная: *а* — цветок; *б* — часть ветки с плодами

Смородина черная (R. nigrum L.) — кустарник, высотой 100...200 см. Цветки мелкие, невзрачные, зеленоватые. Околоцветник двойной, чашелистики значительно длиннее лепестков. Лепестков и чашелистиков по 5, тычинок 5, пестик 1. Венчик чаще зеленовато-пурпуровый. Гипантий колокольчатый. Все части цветка — чашелистики, лепестки, тычинки — прикреплены к верхушке завязи. Завязь нижняя, одногнездная. На дне гипантия выделяется нектар. Насекомоопыляемое растение. Цветет в конце апреля — мае. Соцветие — кисть. Плод — ложная ягода черного цвета, сочная, на верхушке ягоды после созревания сохраняются засохшие чашелистики (рис. 184). Семена мелкие.

Листья простые, очередные, пальчатолопастные, по краям зубчатые, черешковые, с нижней поверхности обычно с точечными ямками. Все части растения, особенно листья, очень душистые, обладают запахом, специфичным для черной смородины.

Широко возделывается в садах. Имеется большое количество сортов. Культурная черная смородина получила начало от дикорастущей. Ягоды содержат высокий процент витаминов и особенно витамина С. Они используются для приготовления варенья, наливок, пастилы. В медицине смородина употребляется в качестве мочегонного, потогонного средства и для приготовления препарата витамина С.

Смородина красная (R. rubrum L.) имеет красные, белые или желтые плоды. Листья не обладают таким запахом, как листья черной смородины. Растет в диком виде и культивируется.

Кроме указанных видов, широко распространены среди дикорастущей флоры и другие виды смородины: смородина обыкновенная (R. vulgare Lam.), скалистая (R. petraeum Wulf.), пушистая (R. pubescens Hedl.) и др.

Род крыжовник (Grossularia Mill.) объединяет свыше 50 видов, из них в СССР встречается 3 вида, наибольшее значение имеет культурный крыжовник.

Крыжовник обыкновенный [G. reclinata (L.) Mill.] характеризуется мелкими, правильными, зеленоватыми, обычно одиночными цветками, реже они собраны по 2...3. Плод — ягода, различной величины и окраски, опушенная или гладкая. Листья простые, очередные, лопастные, снизу опушенные. Характерно наличие на побегах шипов. Насекомоопыляемое растение. Нектар выделяется на дне гипантия цветка.

Дикий крыжовник является родоначальником культурного, который представлен большим количеством сортов. Крыжовник часто поражается мучнистой росой (сферотекой). Имеются сферотекоустойчивые сорта.

Род гидрангея (Hydrangea L.) включает различные виды декоративных растений, известных под общим названием гортензия, в настоящее время представлена большим количеством декоративных сортов.

Семейство камнеломковые имеет практическое значение. Некоторые представители этого семейства (смородина, крыжовник) являются высокоценными ягодными кустарниками. Они широко распространены в культуре. Камнеломка, гортензия, чубушник выращиваются как декоративные растения.

Семейство розанные (Rosaceae). Разнообразное по морфологическим и биологическим особенностям семейство. Однолетние и многолетние травы, кустарники, деревья.

В филогенетическом отношении стоит близко к семейству лютиковые, с которыми сближает его большой полиморфизм в строении цветка, наличие форм с первичными признаками (много тычинок и пестиков). Но в то же время в семействе розанные имеются и более совершенные признаки цветка (нижняя завязь). Цветки правильные, обоеполые. Одиночные или собраны в соцветия. Чашечка из 5 чашелистиков, сросшаяся, часто с подчашием. Венчик раздельнолепест-

ный. Лепестков 4...5 и больше, они обычно ярко окрашены, тычинок много, пестиков много или 1.

У представителей семейства розанные нередко части цветка срастаются своими основаниями с разросшимся цветоложем и образуют толстостенную мясистую чашу, которая называется г и п а н т и е м (шиповник и др.). Завязь верхняя, нижняя или средняя (рис. 185). Насекомоопыляемые растения. Листья сложные — непарноперистые (роза, рябина), тройчатые, пальчатые и простые — цельные (яблоня, вишня) или перисторассеченные (гравилат), черешковые, с прилистниками. Плоды очень разнообразные — костянка, орешек, часто ложные (яблокообразные) и сборные.

Это семейство объединяет свыше 2000 видов и на основании строения гинецея и типа плода подразделяется на 4 подсемейства: спирейные, розовые, сливовые, яблоневые.

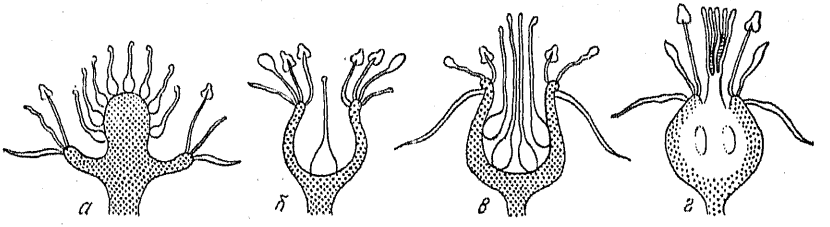


Рис. 185. Строение цветоложа и положение завязи у цветков семейства розанные (схема):

а — малина и ежевика; *б* — слива; *в* — шиповник; *г* — яблоня

1. Подсемейство спирейные (Spiraeoideae). Кустарники. Цветки подпестичные, пестиков 2...5. Цветоложе чаще плоское. Цветки мелкие, 5-лепестные, обычно розовой или белой окраски, собраны в кисть или щиток. Плод — сборная листовка. К этому подсемейству относится спирея (Spiraea L.), которая часто разводится в садах и парках как декоративное растение.

2. Подсемейство розовые (Rosoideae). Кустарники и травы. Цветки подпестичные. Тычинок много, пестиков много или 1. Цветоложе вогнутое, бокальчатое, выпуклое. Плод — семянка или костянка. Чашечка нередко с подчашием. Объединяет большое количество родов: ежевика, малина, земляника, роза и др. Наиболее типичным является род роза.

Род р о з а (Rosa L.) включает кустарники высотой 20 см... ...2 м, имеются виды с очень длинными стеблями, до 12 м длины (вьющиеся розы). Побеги обычно покрыты шипами. Листья сложные, очередные, непарноперистые, с прилистниками. Цветки крупные, обычно одиночные, околоцветник двойной. Чашелистиков и лепестков по 5. Цветки очень ароматные, различной окраски (красной, белой, розовой, желтой и др.). Тычинок много, они прикреплены к краям гипантия. Пестиков много. Цветоложе бокальчатое, принимает участие в образовании плода. Ко времени образования плодов

цветоложе становится мясистым, яркоокрашенным и заключает внутри плодики — семянки (рис. 186).

Этот род объединяет около 120 видов, в СССР встречается 60. У розы легко происходят межвидовые скрещивания.

Роза как декоративное растение возделывается уже много тысяч лет. Существует большое разнообразие сортов роз (свыше 6000).

К роду роза относятся дикорастущая роза — шиповник собачий (R. canina L.), шиповник морщинистый (R. rugosa Thunb.), шиповник даурский (R. davurica Pall.) и др. Плоды шиповника содержат большое количество витаминов и особенно витамина С, препарат которого приготавливают из плодов шиповника.

Род ежевика (Rubus L.) включает малину, ежевику, морошку и др.

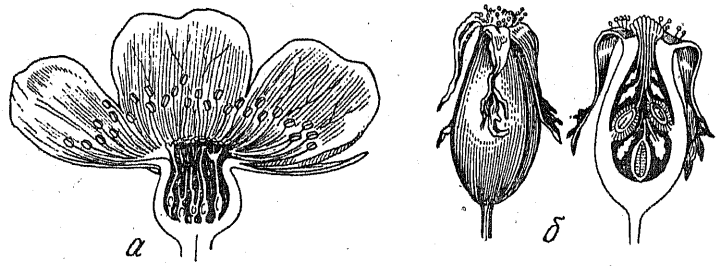


Рис. 186. Шиповник:

а — цветок в разрезе; *б* — плод (целый и в разрезе)

Малина (R. idaeus L.) — это кустарник с двулетними побегами и многолетней корневой системой. Побеги в 1-й год образуют только листья, а на 2-й — цветки и плоды. Корни с большим количеством отпрысков, от них отрастает молодая поросль, за счет которой происходит вегетативное размножение малины. Побеги покрыты тонкими, игольчатыми шипами. Листья сложные, непарноперистые, очередные. Сверху доли листа зеленые, снизу серые или белые от густо расположенных белых волосков. Цветки мелкие, правильные, венчик белый, из 5 лепестков. Чашечка больше венчика, 5-раздельная. Тычинок и пестиков много. Плод — сборная костянка (рис. 187), малиново-красной, реже желтой и белой окраски. Цветоложе коническое, сухое, плод от него легко отделяется.

Широко распространенный в дикорастущем состоянии кустарник, образует часто большие заросли в лесной зоне СССР. Предпочитает теплые и влажные места. В диком виде чаще всего растет на вырубках леса.

В культуре имеется большое количество сортов. Малина используется как в свежем виде, так и для приготовления варенья, вина, а в медицине применяется в высушенном виде как хорошее потогонное средство.

Ежевика (R. caesius L.) — это кустарник с длинными побегами, густо покрытыми шипами. Плод сходен с плодом малины, но темно-сизый, с сильным восковым налетом. На юге (Кавказ, Крым) образует густые непроходимые заросли. Плоды используются в пищу в свежем виде и для приготовления варенья.

Морошка (R. chamaemorus L.) растет на торфяных болотах. Плод — сборная костянка, в зрелом виде желтого цвета, внешне сходен с плодом малины. Многолетнее травянистое растение.

Род земляника (Fragaria L.) объединяет многолетние травянистые растения. Корневая система мочковатая, с короткими корневищами. Из верхних почек корневищ образуются наземные стелющиеся побеги-усы, длиной до 150 см, укореняются в узлах и образуют новые кусты растений. Листья тройчатые, с длинными черешками, собраны в прикорневую розетку. Цветки двуполые, мелкие, белые, собраны в редкие кисти. Плод — многосемянка. Семяники расположены на мясистом яркоокрашенном съедобном цветоложе.

Род земляника объединяет около 50 видов. К этому роду относятся земляника и клубника.



Рис. 187. Малина обыкновенная:
а — цветок в разрезе; *б* — сборная костянка в разрезе; *в* — общий вид

Земляника лесная (F. vesca L.) произрастает в диком виде на лесных опушках. Растение однодомное. Цветки обоеполые. В садах широко культивируются крупноплодные сорта земляники садовой, часто неправильно называемые клубникой. Существует большое количество сортов.

Клубника высокая (F. elatior Ehrh.) внешне сходна с земляникой. Растение двудомное. Зрелые плоды темно-вишневого цвета, мелкие, с сильным ароматом. Цветоносы длинные, значительно возвышаются над листьями. В культуре встречается на небольших площадях.

Род лабазник (Filipendula Mill.) объединяет несколько видов, из которых в СССР широко распространен лабазник вязолистный, или таволга вязолистная [F. ulmaria (L.) Maxim.]. Многолетнее высокорослое (60...120 см) травянистое растение. Листья перистые, с прилистниками, листочки не-

равно-двоякозубчатые, цветки мелкие, правильные, белые, собраны в крупные соцветия. Произрастает чаще на болотистых лугах, по берегам рек.

Род лапчатка (Potentilla L.) объединяет многолетние, реже однолетние травы и кустарники. Цветки мелкие, обычно собраны в щитковидное соцветие.

Лапчатка серебристая (P. argentea L.) — многолетнее травянистое растение. Цветки правильные, мелкие, желтые. Лепестков 4...6. Они не срастаются, на верхушке лепесток имеет выемку. Чашечка с подчашием. Тычинок и пестиков много. Завязь верхняя. Листья простые, пальчаторассеченные, с прилистниками, сверху зеленые, с нижней стороны густо покрыты белыми волосками в виде войлока. Распространена на лугах, вдоль дорог, на сухих холмах.

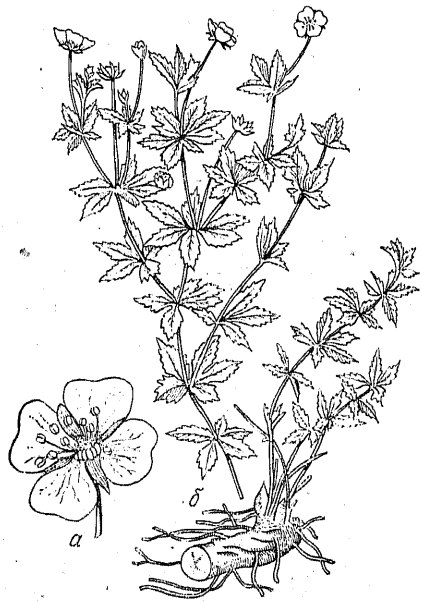


Рис. 188. Лапчатка прямостоячая:
а — цветок; *б* — общий вид

К этому роду относится гусиная лапка (P. anserina L.), ее охотно поедают гуси, лапчатка белая (P. alba L.), лапчатка прямостоячая [P. erecta (L.) Hampe; рис. 188] и др.

Род гравилат (Geum L.) объединяет многолетние травы с характерными лировидно - перисторассеченными прикорневыми листьями, стеблевые листья 3-раздельные. Включает около 30 видов.

Гравилат речной (G. rivale L.) — многолетник, высотой до 60 см. Цветки правильные, лепестков 5, они грязно-кремовые, с красными жилками, пониклые. Чашечка 5-раздельная, бурокрасная, с подчашием из 5 листочков. Тычинок и пестиков много. Растет по берегам рек, канав, на сырых лугах.

Гравилат городской (G. urbanum L.) имеет желтые цветки, стебли прямостоячие; корневища содержат дубильные вещества.

3. Подсемейство сливовые (Prunoideae). Деревья и кустарники. Цветки околопестичные, околоцветник двойной. Гинецей из одного плодолистика с 1 столбиком, цветоложе вогнутое. Завязь верхняя, мясистая, с цветоложем не срастается. Плод — костянка.

К этому подсемейству относятся слива, терн, алыча, вишня, абрикос, персик, миндаль и другие роды.

Род слива (Prunus L.) представлен деревьями высотой 6... 12 м. Листья очередные, черешковые, блестящие, по краям городчато-пальчатые, часто свернутые. Цветки правильные, белые, на коротких цветоножках. Тычинок много, пестик 1. Плод — костянка с мясистым околоплодником различной окраски — черной, желтой, красной, чаще черной с сильным восковым налетом, косточка сплюснутая. Ствол сливы при повреждении выделяет клейкое вещество (камедь,) легкорастворяемое в горячей воде, употребляется как клей.

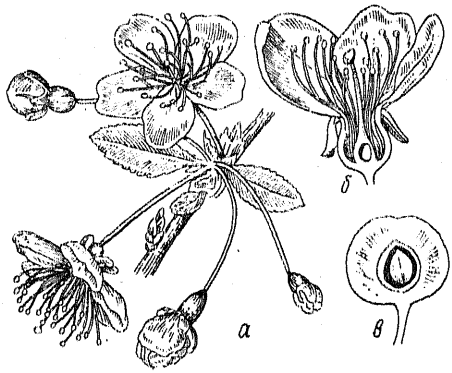


Рис. 189. Вишня обыкновенная:
а — часть цветущей ветви; *б* — цветок в разрезе; *в* — плод в разрезе



Рис. 190. Черемуха обыкновенная (часть ветви с плодами)

В садах средней и южной полосы европейской части СССР возделывается слива домашняя (P. domestica L.). Имеется много ценных сортов.

Род вишня (Cerasus Juss.) объединяет деревья или кустарники высотой 2...4 м. Листья простые, очередные, гладкие, по краям неравнозубчатые, эллиптической или яйцевидной формы, на длинных черешках. Цветки правильные, крупные, белые, собраны в простой зонтик. Лепестков и чашелистиков по 5, тычинок много, пестик 1. Завязь верхняя (рис. 189). Цветет до распускания листьев. Плод — шарообразная костянка, темно-фиолетовой или темно-красной окраски. Насекомоопыляемое растение.

Наиболее распространена в культуре вишня обыкновенная (C. vulgaris Mill.). Имеется много сортов.

Дико в СССР произрастает 20 видов, преимущественно в южной зоне. В степных районах юго-востока и Урала встречается дикорастущая засухоустойчивая и зимостойкая вишня степная [C. fruticosa (Pall.) Woronow], представляющая собой небольшой кустарник, высотой 50...80 см, с мелкими плодами.

Черешня [C. avium (L.) Moench] — дерево, высотой до 25 м. Костянка крупная, шаровидная, внешне похожа на плод вишни, менее сочная, более сладкая, розовой или желтой окраски. В большом количестве дико произрастает в предгорьях Кавказа.

Род черемуха (Padus Mill.) представлен деревьями и кустарниками. Цветки в кистях. Листья простые, очередные, черешковые, эллиптической формы (рис. 190). Плод — костянка, с мясистым околоплодником, черного цвета, вяжущего вкуса из-за большого количества танина.

В лесах европейской части СССР и Западной Сибири растет черемуха обыкновенная [P. racemosa (Lam.) Gilib.]. Культивируется как декоративное.

Род церападус (Cerapadus) создан И. В. Мичуриным искусственно: вишня (сорт Идеал) была скрещена с дальневосточным видом черемухи [Padus maaskii (Rupr.) Kom.].

4. Подсемейство яблоневые (Pomoideae). Деревья, кустарники. Цветки правильные, надпестичные. Околоцветник двойной — пятерного типа. Цветоложе вогнутое. Тычинок много. Гинецей синкарпный, вверху несросшийся, чаще с 5 столбиками. Завязь нижняя, что является отличительным признаком этого подсемейства. Плод — ложный, яблоковидный, сочный.

К этому подсемейству относятся яблоня, груша, рябина, боярышник, айва, мушмула и другие роды.

Род яблоня (Malus Mill.) представлен деревьями, реже кустарниками. Листья черешковые, простые, овальной формы, с нижней стороны опущенные, с опадающими прилистниками. Цветки крупные, правильные, собраны в небольшие зонтики, околоцветник двойной. Чашечка с 5 чашелистиками. Венчик из 5 лепестков, внутри белых, снаружи розовых. Тычинок много (18...50), пыльники желтые. Пестик 1 из 5 сросшихся плодолистиков с 5 свободными столбиками. Завязь нижняя, 5-гнездная (рис. 191). Насекомоопыляемое растение. Хороший медонос. Цветет в мае. Характерная биологическая особенность цветения: в соцветии у яблони распускается первым верхний цветок.

Род яблоня объединяет свыше 300 дикорастущих видов, из них в СССР встречается 9 видов. В большинстве случаев дикорастущие виды имеют определенное географическое распространение. В диком виде яблоня произрастает в лесах, на равнинах (Воронежская область) и в горных районах (Северный Кавказ, Средняя Азия — около г. Алма-Аты), где часто образует большие заросли.

Дикорастущие яблони как более зимостойкие служат обычно подвоем для культурных сортов. Плоды их в большинстве случаев малосъедобны, но среди дикорастущих яблонь существует большое разнообразие форм по величине и вкусовым качествам плодов.

Яблоня лесная (M. silvestris Mill.) — это наиболее распространенный дикорастущий вид в лесах европейской части СССР, в горах Кавказа и Средней Азии.

Из мелкоплодных яблонь возделывается яблоня китайская, или китайка [M. prunifolia (Willd.) Borkh.]. В Сибири широко культивируется яблоня ягодная, или яблоня райская (M. pallasiana Juz.).

Яблоня культурная (M. domestica Borkh.) объединяет огромное количество разнообразных сортов, родоначальниками которых являются различные виды яблони. Как правило, дерево

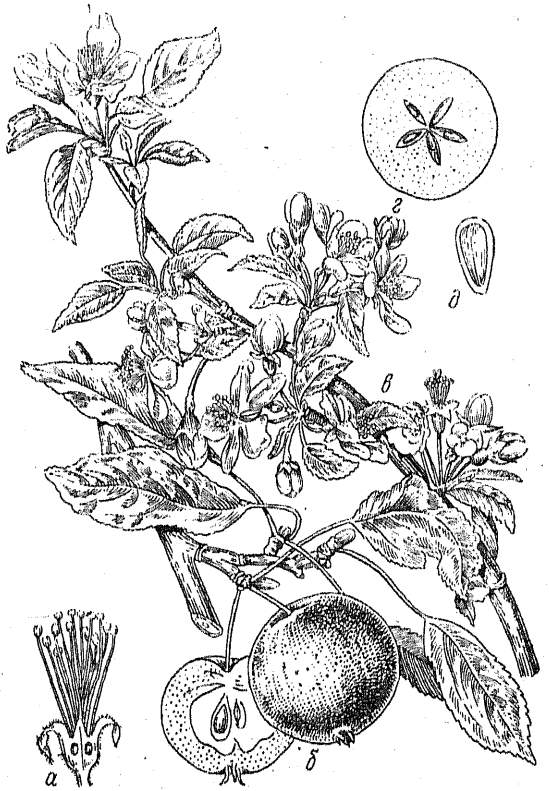


Рис. 191. Яблоня культурная:

а — разрез цветка (лепестки не изображены); *б* — плоды; *в* — цветущая ветвь; *г* — поперечный разрез плода; *д* — семя

высотой 6...10 м. Крона развесистая. Листья черешковые, листовая пластинка часто яйцевидной формы, по краям остро зазубренная. Цветки распускаются вместе с листьями или несколько раньше. Плоды очень разнообразны по форме, окраске и вкусовым качествам.

Происхождение культурной яблони до сих пор неизвестно. В различных географических зонах в формировании культурных сортов яблони принимали участие различные дикорастущие ее виды. Некоторые исследователи считают, что родоначальниками крупноплодных культурных сортов яблони являются 8 дикорастущих ее видов.

Сорта культурной яблони легко скрещиваются между собой; поэтому сохраняются сорта в чистоте путем вегетативного размножения при помощи прививок.

Род груша (Pirus L.) включает деревья, реже высокорослые кустарники. Род близок к яблоне. Листья простые, на более длинных черешках. Цветки правильные, обоеполые, собраны в щитки, венчик 5-лепестный. В отличие от яблони лепестки цветков белые (а не розовые), в соцветии зацветает первым нижний цветок (а не верхний, как у яблони), столбиков пестика 5, но они до основания раздельные, в завязи по 2 семяпочки (у яблони 5...6), пыльники фиолетово-красные (у яблони желтые). Плод обычно характерной грушевидной формы, мякоть с каменистыми клетками.

В диком виде растет главным образом на юге Европы, в Африке.

Груша обыкновенная (P. communis L.) представляет собой деревья высотой до 8...20 м, крона чаще пирамидальная. Листья на длинных черешках, кожистые, сверху блестящие, округлые или яйцевидные, по краям мелкозубчатые. Плоды мясистые, сочные, различной формы, но чаще грушевидные. Род широко распространен в культуре.

Род рябина (Sorbus L.) представлен деревьями или кустарниками. Листья сложные, непарноперистые или простые, очередные. Цветки правильные, обоеполые, 5-лепестные, собраны в щитки. Известно около 85 видов.

Рябина обыкновенная (S. aucuparia L.) представляет собой деревья или кустарники высотой 5...15 м. Листья сложные, непарноперистые, очередные. Соцветие — щиток. Плоды шарообразные, мелкие, оранжево-красного цвета, на вкус терпкие. Цветет в конце мая—начале июня. Используется при посадке полезащитных полос. Светолюбивый вид. После промораживания плоды становятся съедобными. Культурные сорта рябины произошли от дикорастущей.

К этому роду относится рябина черноплодная (S. melanocara Neynhold.) — кустарник высотой 1...3 м. Листья простые, на коротких черешках.

Род боярышник (Crataegus L.) представлен небольшими кустарниками высотой 2...4 м, побеги покрыты крупными, острыми шипами. Вводится в парках как декоративный кустарник. Дико в СССР произрастает в зоне лесостепи, на Кавказе около 30 видов.

К подсемейству яблоневые относятся также ирга (Amelanchier Medic.), мушмула (Mespilus L.), айва (Cydonia Mill.).

Семейство розанные имеет практическое значение. Многие виды этого семейства имеют сочные, съедобные плоды, которые содержат большое количество сахаров, различных органических кислот, витаминов, эфирных масел.

Основная масса плодовых и ягодных культур, произрастающих дико и возделываемых в садах различных районов Советского Союза, относится именно к семейству розанные: яблоня, груша, слива, вишня, персик, абрикос, малина, земляника, черемуха и др. Плоды

их используются в пищу в свежем, засушенном, консервированном виде, из них приготовляют вина, соки, варенья.

Из семян плодовых растений получают различные масла, используемые в парфюмерии и медицине (миндаль, персик, абрикос). Очень ценное розовое масло получается из лепестков розы. Это самое дорогое цветочное эфирное масло. Для получения 1 кг масла используется 4...5 т лепестков розы. С 1 га получается 0,7 кг розового масла.

Многие представители этого семейства возделываются человеком как прекрасные декоративные растения — культурная роза, шиповник, спирея, черемуха, рябина, боярышник и др.

Препараты, приготовленные из растений, относящихся к семейству розанные, применяются в медицине — витаминные таблетки и соки (шиповник), масла (миндаль, абрикос), потогонное средство (сухая малина). Некоторые розанные содержат большое количество дубильных веществ, благодаря чему они используются в медицине (лапчатка, гравилат и др.). Все представители этого семейства — хорошие медоносы.

В кондитерском производстве используются плоды и семена миндаля, персиков, абрикосов, вишни, сливы, черемухи и др.

Порядок бобовоцветные (*Leguminosales, или Fabales*). Этот порядок по целому ряду признаков примыкает к порядку розоцветные. Сходство бобовоцветных с розоцветными обусловливается очередным расположением листьев, наличием прилистников, гинецея из одного плодолистика и другими признаками. Однако этот порядок имеет и характерные отличительные признаки. Одним из главных отличительных признаков является сухой плод — боб. По типу плода и получил свое название данный порядок. Боб различен по форме и величине, раскрывается 2 створками, редко не раскрывается.

Деревья, кустарники или травы. Листья сложные, редко простые с прилистниками, листорасположение очередное, нередко листья превращены в филлодии или чешуйки.

Цветки неправильные (зигоморфные), редко правильные (актиноморфные), лепестков чаще 5, тычинок обычно 10 или много, пестик 1 из 1 плодолистика, завязь верхняя. Околоцветник двойной, чашечка из 5 чашелистиков. Цветки собраны в соцветия — кисть, головка, зонтик и др.

Для растений этого порядка характерен симбиоз с азотфиксирующими бактериями.

Порядок объединяет свыше 12 тыс. видов растений, из них в Советском Союзе произрастает около 1800 видов. Раньше в этот порядок включали всего 1 семейство — бобовые (Leguminosae), с 3 подсемействами. В настоящее время это семейство разделено на 3 самостоятельных семейства: мимозовые — Mimosaceae, цезальпиниевые — Caesalpiniaceae, бобовые — Leguminosae.

Связующим звеном порядка бобовоцветные с порядком розоцветные служит семейство мимозовые, которому свойственно нали-

чие ряда первичных признаков, в том числе правильный цветок и обычно большое количество тычинок.

Первые 2 семейства сосредоточены главным образом в тропиках и представлены преимущественно древесными и кустарниковыми формами, часто лианами, семейство же бобовые состоит преимущественно из травянистых растений и широко распространено в умеренной зоне.

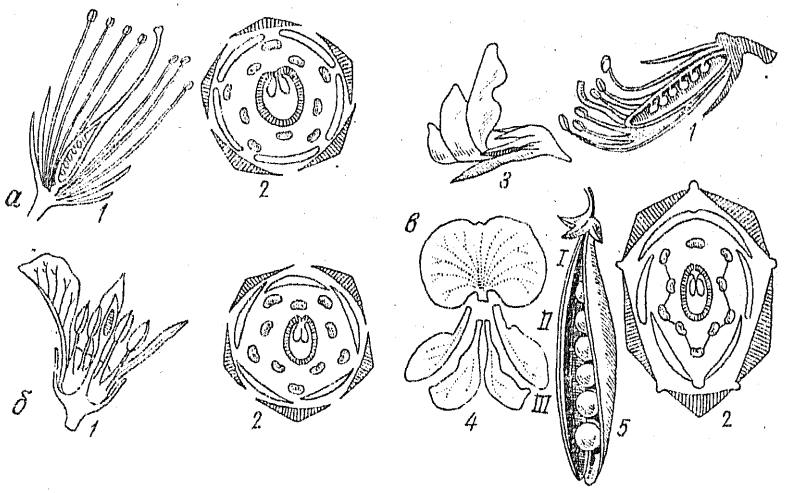


Рис. 192. Разнообразие в строении цветков порядка бобовоцветные:

а — семейство мимозовые; *б* — семейство цезальпиниевые; *в* — семейство бобовые; *1* — цветок (без венчика, в разрезе); *2* — диаграмма цветка; *3* — общий вид цветка; *4* — части венчика; *5* — вскрывшийся боб; *I* — парус; *II* — крылья; *III* — лепестки лодочки

Семейство мимозовые (Mimosoceae). В отличие от других семейств этого порядка имеет цветки правильные (рис. 192), мелкие, собранные в головчатые или колосовидные соцветия. Тычинки несросшиеся, длинные, у многих родов многочисленные. В это семейство входит около 550 видов, преимущественно тропических древесных и кустарниковых растений. Наиболее типичными родами являются мимоза, настоящая акация. В СССР на Кавказе произрастают 2 представителя этого семейства: альбизия шелковистая и акация австралийская серебристая.

Альбизия шелковистая (Albizzia julibrissin Durazz.) — красивое декоративное дерево, растет в Азербайджане (Талыш).

Акация австралийская серебристая (Acacia dealbata Link)—высокое дерево с раскидистой кроной, с перистыми листьями, часто превращенными в филлодии. Цветки желтые, очень душистые, собраны в головки. Цветет очень рано. В диком виде произрастает в Австралии. Выращивается на кавказском побережье Черного моря в районе Батуми — Сухуми в качестве деко-

ративного растения, часто неправильно называется мимозой, под таким неверным названием продается ранней весной.

Так называемая мимоза стыдливая (Mimoza pudica) растет в зоне тропиков. Характерной особенностью этого растения является исключительная чувствительность к раздражению. При прикосновении к ее перистым листьям листочки быстро складываются и опускаются (рис. 193). В СССР стыдливая мимоза разводится в оранжереях и теплицах, реже в открытом грунте.

Семейство цезальпиниевые (Caesalpiniaceae). Исключительно тропические растения, преимущественно деревья и лианы. Цветки неправильные, околоцветник двойной. Чашелистиков и лепестков по 5. Тычинок 10, они не срастаются; некоторые тычинки часто недоразвиты и превращены в стаминодии. Плод — боб. Некоторые представители этого семейства отличаются ценной цветной древесиной. Так, например, фернамбуковое дерево (Caesalpinia brasiliensis L.), произрастающее в Бразилии, имеет красную древесину, а кампешевое дерево (Haematoxylon campechianum L.) из Центральной Америки обладает древесиной синевато-фиолетовой окраски. К этому семейству относятся также цареградские рожки, гледичия.

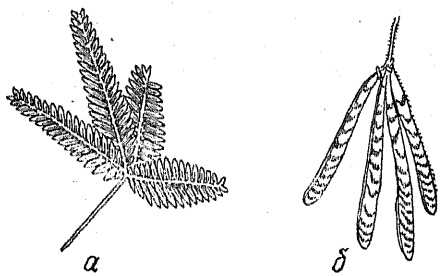


Рис. 193. Мимоза стыдливая:
а — распростертый лист; *б* — лист, сложившийся и опустившийся вниз от прикосновения

Цареградские рожки (Ceratonia siliqua L.) широко распространены в странах, расположенных вокруг Средиземного моря. Плоды этого дерева — очень длинные бобы, содержат высокий процент сахара, используются в пищу и в корм скоту.

Гледичия (Gleditschia triacanthos L.) представляет собой мощное дерево с большими, до 4...7 см длины, часто разветвленными колючками, которые образуются в пазухах листьев. Произрастает в Северной Америке, на юге СССР возделывается как декоративное.

Семейство бобовые (Leguminosae, или Fabaceae, или Papilionaceae). Общая характеристика семейства во многом сходна с характеристикой всего порядка. Преимущественно травы, реже деревья и кустарники. Стебель прямостоячий, вьющийся и цепляющийся. Листья сложные, тройчатые, перистые, пальчатые.

Характерно наличие неправильного цветка с мотыльковым венчиком, околоцветник двойной, пятерного типа. Венчик из 5 лепестков, каждый из которых имеет специальное название. Задний, наиболее крупный, называется парусом, или флагом, 2 боковых несросшихся — веслами, или крыльями, и 2 нижних, центральных, сросшихся вместе образуют лодочку. Внешние

такой цветок похож на мотылька (бабочку), откуда и получило название данное семейство. Тычинок 10, чаще двубратственные (9 сросшиеся и 1 свободная) или однобратственные. Плод — боб. Семена чаще почковидной формы, но бывают округлые, овальные и т. д., с ярко выраженным рубчиком, форма, величина и окраска которого являются хорошим систематическим признаком для установления родов, видов и разновидностей. Зародыш имеет 2 семядоли. При прорастании семян семядоли у одних видов (вика, горох и др.) остаются в почве, у других выносятся наружу (фасоль).

В Советском Союзе все разнообразие порядка бобовоцветные представлено главным образом семейством бобовые, к которым относятся такие широко распространенные растения, как горох, вика, фасоль, соя, чечевица, чина, арахис, клевер, люцерна и др.

Род горох (Pisum L.) включает 6 видов гороха; 1 из них многолетний, 4 вида дикорастущих, 2 культурные. В сельском хозяйстве заслуживает внимания горох культурный, посевной.

Горох культурный, посевной (P. sativum L.) имеет цветки однотонные — белые, фиолетовые, розовые. Соцветие — кисть, чаще из 2...4 цветков, реже из одного развитого и нескольких неразвитых цветков.

Боб крупный, обычно саблевидной формы. Семена белые, розовые, зеленые, серые, оранжевые; округлые, различные по величине. По окраске, рисунку кожуры и окраске рубчика семени у гороха различают большое количество разновидностей. При прорастании семядоли не выносятся наружу. Листья перистые, оканчиваются длинными ветвистыми усиками, листочков 2...3 пары (рис. 194). Прилистники очень крупные, листовидные, зеленые. Стебель тонкий, слабый, высотой 50...120 см, цепляющийся при помощи усиков. Корневая система стержневая.

Существует большое количество сортов, отличающихся по форме, величине, окраске и химическому составу семян. По использованию различают сорта семенные, овощные, кормовые.

Семена сортов гороха, используемые в пищу, содержат более 50% крахмала, свыше 21% белка и около 2% жира. У овощных сортов в пищу употребляются как овощи зеленые бобы (лопатки).

Горох полевой, пелюшка, горох кормовой [P. arvense L., или P. sativum subsp. arvense (L.) Poir]. имеет в отличие от гороха посевного окрашенные цветки: парус фиолетовый, крылья красные, лодочка беловатая. Семена пестрые, чаще серые с пятнами, бывают и иной окраски. Ценное кормовое растение.

Горох красно-желтый (P. fulvum L.) — однолетнее, низкорослое, дикорастущее растение (распространен в Малой Азии). Венчик оранжево-желтый. Бобы и семена мелкие. Это единственный вид гороха, имеющий надземные и подземные (амфикарпия) цветки и бобы. Из семян надземных и подземных плодов в потомстве образуются растения, имеющие и подземные и надземные плоды.

Род вика (Vicia L.) представлен в СССР большим разнообразием видов (около 80), среди них большинство многолетние травы,

но имеются двулетние и однолетние. Растут дико в разнообразных природных условиях. Стебли в большинстве случаев очень тонкие, легко полегающие, вертикальное положение сохраняют благодаря наличию на концах листьев ветвистых усиков, которыми растение цепляется за окружающие растения. Листья парноперистые. В этот род входят многие ценные культурные растения, которые возделываются на семена и на корм. Почти все виды вики — хорошие медоносные растения.



Рис. 194. Горох посевной:

а — общий вид растения с цветками и плодами; *б* — цветок; *в* — андроцей и гинецей; *г* — пестик; *д* — строение семени; *е* — продольный разрез через цветок; *ж* — лепестки венчика; *1* — прилистники; *2* — семядоли; *3* — зародышевый корень; *4* — почечка

Горошек мышиный (V. cracca L.) — многолетнее травянистое растение, с очень тонкими, длинными (30... 120 см), хорошо облиственными стеблями. Листья сложные, перистые, оканчиваются усиками.

Растет по всему Советскому Союзу, чаще на пойменных лесных лугах и на целинных землях. Рекомендуется для введения в культуру при создании многолетних сенокосов и пастбищ.

Вика посевная, или яровая (V. sativa L.), — возделываемое однолетнее растение, высотой 50...100 см. Стебли тонкие, несколько граненые. Листья парноперистые, листочков 6...8 пар. Листочки часто на вершине с выемкой, слабоопушенные. Лист оканчивается ветвистым усиком. Цветки лилово-пурпуровые, реже белые и розовые. Соцветия из 2...3 цветков (рис. 195). Боб многосеменной

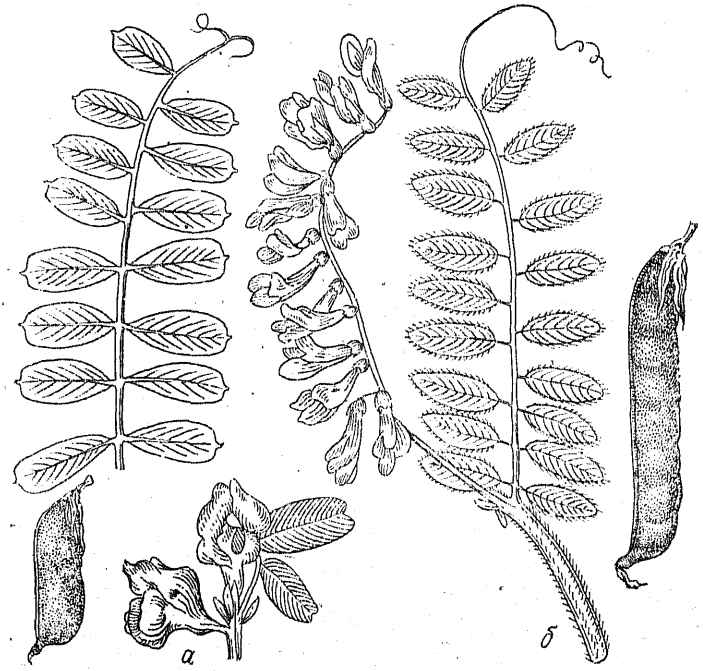


Рис. 195. Виды вики:
а — посевная; *б* — мохнатая

(7...12 семян). Семена округлые, слегка сдавленные, чаще темно-серые с пятнами, реже белой, коричневой и другой окраски. Оболочка семян имеет рисунок чаще в виде мазков, реже в виде пятен. По характеру окраски и рисунка кожуры семян у вики яровой выделяют несколько разновидностей.

Вика мохнатая, или озимая (V. villosa Roth.), — озимое, редко однолетнее растение. Все части опушены мелкими волосками. Стебли очень тонкие, ветвистые, нежные, длинные (до 180 см). Листья перистые, из 7...9 пар узких листочков с узкими прилистниками, с длинными усиками. Цветки фиолетовые или синеватые, очень редко — белые, мелкие. Соцветие — многоцветковая кисть. Боб короткий, почти ромбической формы, 2...3-семянный. Семена мелкие, черные, бархатистые от мелких, густо расположенных волосков. Хорошее медоносное и кормовое растение. В дико-

растущем состоянии встречается в западной части СССР, Крыму, на Кавказе, в Среднеазиатских республиках.

Возделывается как кормовое растение, при осеннем посеве дает ранний весенний корм, а при весеннем — хороший урожай поздней осенью. Хорошо растет на легких песчаных почвах. Цветет в июне — июле. Слабозимостойкое.

Род б о б ы (Faba Adans.) представлен видом б о б ы к о н с к и е (F. vulgaris Moench). Однолетнее растение. Стебли прямостоячие, 4-гранные, полые, толстые, высотой до 80...100 см. Листья парноперистые (2...3 пары листочков), без усиков, с прилистниками. Цветки белые с черными пятнами, собраны в очень короткие пазушные кисти из 2...3 цветков. Плоды крупные, торчащие вверх, с 2...4 семенами. Семена черные или коричневые. Культивируется.

Род ч е ч е в и ц а (Lens Mill.) представлен видом ч е ч е в и ц а с ъ е д о б н а я (L. esculenta Moench). Однолетнее растение. Боб одногнездный, сплюснутый. Семена чаще округлые, сильно сплюснутые. Культивируется.

Род с о я (Glycine Willd.) объединяет свыше 150 видов, бо́льшая часть которых в диком виде произрастает в тропической Африке. Практическое значение имеет соя культурная.

С о я к у л ь т у р н а я [G. hispida (Moench) Maxim.] имеет прямостоячий ветвистый стебель высотой 30...150 см. Листья сложные, тройчатые. Цветки мелкие, белые, собраны в плотные кисти. Бобы прямые (рис. 196). Все части растения (стебли, листья, бобы) сильно опушены. Семена крупные и мелкие, разной окраски, чаще желтые, округлой формы, с ясно выраженным рубчиком. Они отличаются высокой питательностью, содержат много белка (30...40%) и жирного масла (15...25%). Белок сои высокоценен, по качеству он близок к животному белку. Возделывается главным образом для получения масла и как ценная пищевая и кормовая культура. Наибольшие площади посева сосредоточены в Китае, где соя возделывается с древних времен. В СССР посевы ее распространены на Дальнем Востоке, на Украине и Северном Кавказе.

На Дальнем Востоке по кустарникам лугов дико произрастает с о я у с с у р и й с к а я (G. ussuriensis Rgl. et Maack) с тонкими стеблями.

Род ф а с о л ь (Phaseolus L.) включает теплолюбивые растения. Род объединяет около 230 видов, из которых только 20 возделываются, остальные — дикорастущие. Наибольшее разнообразие видов фасоли сосредоточено в зоне тропиков Азии, Африки и Америки. В Советском Союзе в дикорастущем состоянии неизвестна. В СССР возделывается 7 видов, из них наибольшее значение имеют фасоль обыкновенная, фасоль многоцветковая, фасоль золотистая, или маш.

Ф а с о л ь о б ы к н о в е н н а я (Ph. vulgaris L.) — однолетнее растение. Стебли вьющиеся. Листья первые (нижние) простые, парные, последующие листья сложные, тройчатые, на длинных черешках.

Высевается как пищевая культура, большое значение имеет в консервной промышленности. Существует много сортов. На Кавказе (Азербайджан, Грузия, Армения и др.) фасоль широко известна под неправильным названием «лобия», которая здесь нигде не возделывается.

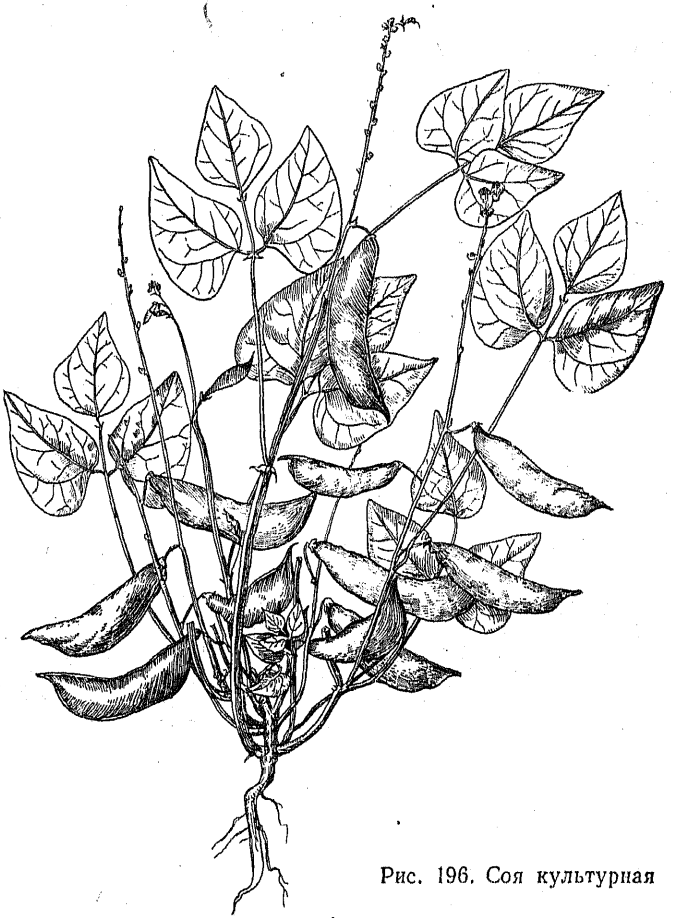


Рис. 196. Соя культурная

Фасоль многоцветковая (Ph. multiflorus Lam.) имеет длинные, вьющиеся стебли, крупные, яркие цветки, собранные в многоцветковые кисти.

Фасоль золотистая, или маш (Ph. mungo L.), — однолетнее культурное растение. Семена мелкие, бочонковидной формы, съедобные. Используется в Среднеазиатских республиках на зеленое удобрение, на корм (сено) и как пищевая культура.

Род лобия (Dolichos L.) включает травянистые однолетние и многолетние растения. Возделывается как пищевое и кормовое растение в тропических и субтропических странах Африки и Азии.

Долихос обыкновенный (D. lablab L.) имеет вьющиеся стебли длиной 1,5...20 м. Листья тройчатые, как у фасоли. Цветки разнообразной окраски, от белой до почти черной. Бобы широкие прямые, длиной 4...12 мм, желтые или фиолетовые. Семена крупные (8...15 мм). Позднеспелый. В СССР не возделывается.

Род нут (Cicer L.) представлен однолетними и многолетними травами. Включает 27 видов.

Нут культурный, рогообразный (C. arietinum L.) — однолетнее культурное растение. Стебли прямостоячие, ребристые, высотой 20...70 см. Лист сложный, непарноперистый. Цветки одиночные, мелкие, чаще белые. Боб короткий, сильновздутый. Семена угловатые, по форме сходные с бараньей головой, поэтому иногда называется бараний горох. Очень засухоустойчивое растение. Возделывается как пищевая культура, заменяющая в засушливых районах горох.

Род арахис (Arachis L.) объединяет несколько видов травянистых растений, произрастающих в южных районах Бразилии, Уругвая, Парагвая.

Арахис подземный, или земляной орех (A. hypogaea L.), — однолетнее травянистое растение. Плод — боб, развивается в почве. Стебли сильно ветвящиеся, высотой 10...70 см. Арахис имеет цветки 2 типов: надземные — желтые, открытоцветущие на длинных цветоносах, и подземные — закрытоцветущие, которые часто семян не образуют. Боб 1...2-, реже 3...5-семянный, поверхность сильноморщинистая, соломенно-желтого цвета. Семена продолговато-овальные, оболочка розовая.

Процесс плодообразования своеобразный. После опыления у надземных цветков основание завязи сильно разрастается и образует особый орган гинофор — вырост цветоложа в виде длинной тонкой ножки, на конце которой сидит пестик. Гинофор, изгибаясь, растет вниз и зарывается в землю, где и развивается плод. Поэтому арахис и называется земляным орехом. Обычно плоды образуют только нижние надземные цветки, верхние цветки гибнут и, следовательно, плодов не образуют. Семена арахиса очень питательные, они содержат 40...59% жирного масла, до 37% белка. Возделывается главным образом для получения арахисового масла. Хлеб из муки арахиса полезен для больных сахарной болезнью. В СССР высевается в Средней Азии, Грузии и Армении и на юге Украины.

Род чина (Lathyrus L.) представлен в флоре СССР большим количеством видов, свыше 50.

Чина луговая (L. pratensis L.) — многолетнее травянистое растение с хорошо развитой корневой системой и корневищами, при помощи которых быстро размножается. Стебли приподнимающиеся, угловатые, высотой до 1,5 м. Цветки крупные, желтой окраски, собраны в кисть (5...10 цветков). Широко распространена на природных лугах и пастбищах.

Чина лесная (L. silvestris L.) — многолетнее корневищное, травянистое растение, длиной 90...180 см. Стебли плосковатые

с ширококрыловидными ребрами. Листья из 1 пары листочков (рис. 197). Прилистники треугольные. Цветки лилово-красные.

Чина посевная (L. sativus L.) — однолетнее культурное растение.

К роду чина относится также декоративное однолетнее, с очень душистыми и разнообразной окраски цветками растение — чина душистая, или горошек душистый (L. odoratus L.).

Род клевер (Trifolium L.) включает многолетние и однолетние травы, многие из которых являются ценными высокобелковыми кормовыми растениями. В СССР около 70 видов. Наиболее ценные в практическом отношении следующие.

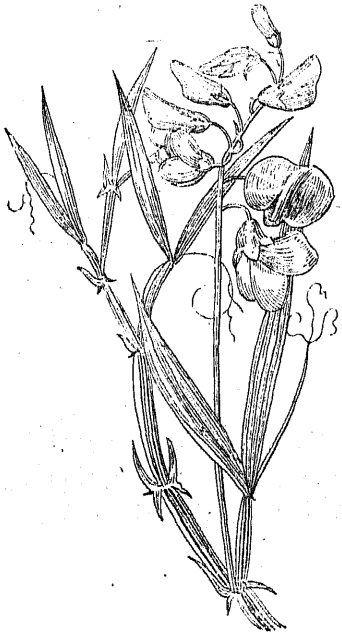


Рис. 197. Чина лесная



Рис. 198. Клевер луговой

Клевер луговой, клевер красный (T. pratense L.), — многолетнее травянистое растение. Корневая система стержневая с хорошо развитыми боковыми корнями и большим количеством клубеньков на них. Главный стебель короткий или совсем не заметен. Из пазухи листьев главного стебля отходят побеги, образующие куст. Стебли выполненные, слабоопушенные. Листья сложные, тройчатые, каждый листочек обычно имеет белое пятно различной формы и величины. Листочки цельнокрайние (рис. 198). Прилистники широкие, суженные вверху. Побеги заканчиваются соцветием. Цветки мелкие, чаще лилово-красной окраски, редко

белые; собраны в соцветие головку округлой или овальной формы. Опыляется шмелями и пчелами. Боб мелкий, односемянный. Семена округло-овальной, яйцевидной формы, блестящие, двойной окраски; половина семени имеет фиолетовую окраску, другая — желтую.

Дико растет почти по всему Советскому Союзу по лугам, полям, лесам. В культуре представлен 2 основными типами: позднеспелым (одноукосным) и раннеспелым (двуукосным). Одна из наиболее ценных кормовых трав.

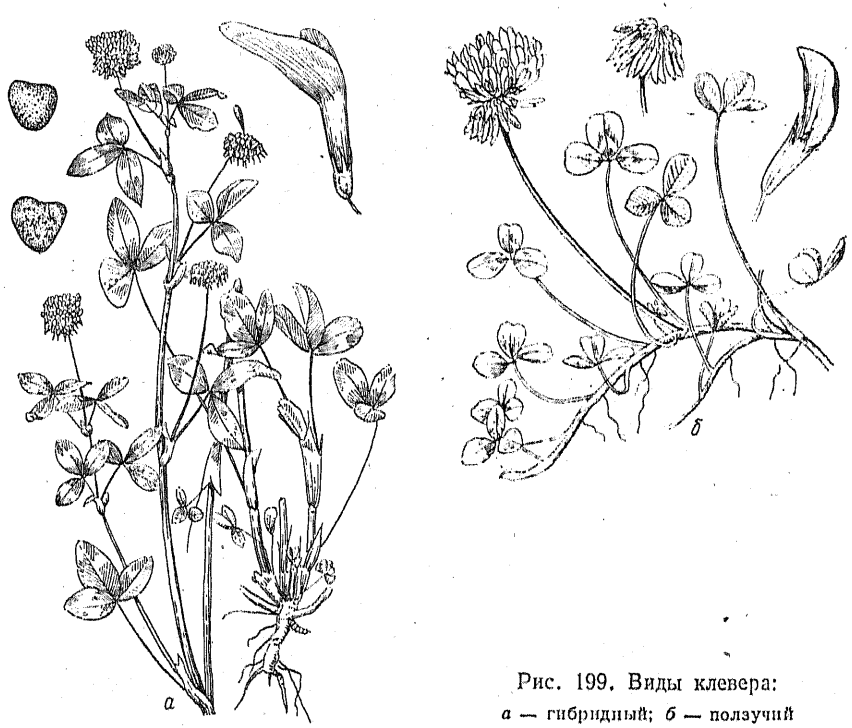


Рис. 199. Виды клевера:
а — гибридный; *б* — ползучий

Клевер гибридный, клевер розовый, или шведский (T. hybridum L.), — многолетнее растение. Внешне сходен с клевером луговым, но отличается от него по ряду признаков. При описании данного вида клевера К. Линней предполагал, что он является результатом гибридизации клевера лугового и белого, поэтому и назвал его гибридным. Стебли голые, неопушенные, полые. Листья тройчатые, листочки без рисунка, по краям мелкопильчатые. Соцветие — головка, слегка сплюснутая, на длинном цветоносе. В отличие от клевера лугового соцветие у клевера гибридного развивается из пазухи листа, а не на вершине побега (рис. 199). Цветки мелкие, розовой или розово-белой окраски;

имеют короткие трубочки, поэтому хорошо опыляются пчелами. Семена мельче, чем у клевера лугового и имеют темно-зеленую окраску.

В дикорастущем состоянии распространен главным образом в лесной и лесостепной зонах. Считается хорошим кормовым и медоносным растением.

Клевер ползучий, клевер белый (T. rèpens L.), — многолетнее низкорослое растение. Характерной особенностью данного вида клевера является наличие стелющихся по земле стеблей, укореняются в узлах, листья на очень длинных черешках. Соцветие— шаровидная головка с белыми цветками, на очень длинном цветоносе.

Растет почти по всему СССР на лугах, полях, вдоль дорог. Типичное пастбищное кормовое растение, хорошо выносит вытаптывание. Охотно поедается животными, один из лучших медоносов. Образует большое количество твердых семян, которые способны сохранять всхожесть в почве в течение многих лет.

Клевер горный (T. montanum L.) — многолетник. Цветки белые. Стебли прямостоячие, упругие, сильноопушенные, редко облиственные, высотой 20...70 см.

Клевер средний (T. medium L.) имеет ярко-лилово-пурпуровые цветки. Листья тройчатые, серовато-зеленые, листочки узкие, без рисунка, с большим количеством хорошо выраженных жилок. Прилистники очень узкие, шиловидные (рис. 200).

Клевер сходный (T. ambiguum M. B.) — многолетнее корнеотпрысковое растение. Стебли восходящие, 16...70 см высоты. Листья преимущественно прикорневые, на длинных черешках; листочки ланцетные, остро зазубренные. Цветки розовые. Характерно наличие на корнях придаточных почек, из которых образуются корневые отпрыски — побеги. Растет на высокогорных пастбищах Кавказа и Крыма. Прекрасно переносит вытаптывание и хорошо отрастает.

Шабдар, или клевер персидский (T. resupinatum L.), — однолетнее растение, введенное в культуру в Азербайджане и Узбекистане как ценное кормовое растение и хороший предшественник под хлопчатник.

Род люцерна (Medicago L.) представлен многолетними и однолетними травами с прямостоячими и приподнимающимися стеблями. Известно свыше 100 видов, произрастающих в самых разнообразных условиях. Листья сложные, тройчатые. Боб разнообразной формы. Ценные кормовые травы.

Люцерна посевная (M. sativa L.) —многолетник. Образует прямостоячий, многостебельный, хорошо облиственный куст, высотой 50...120 см. Листья тройчатые, листочки чаще клиновидной формы, зазубренные в верхней части. Цветки мелкие, синие или сине-фиолетовые. Соцветие — кисть различной длины и плотности (рис. 201). Боб спирально закручен (улиткообразный) в 1...2 (реже до 4) оборота, опушенный. Семена почковидной формы, жел-

тые. Насекомоопыляемое, засухоустойчивое ценное кормовое растение. Дико растет на Кавказе и в Средней Азии.

Люцерна желтая, люцерна серповидная (M. falcata L.), внешне сходна с предыдущим видом, но имеет более мел-

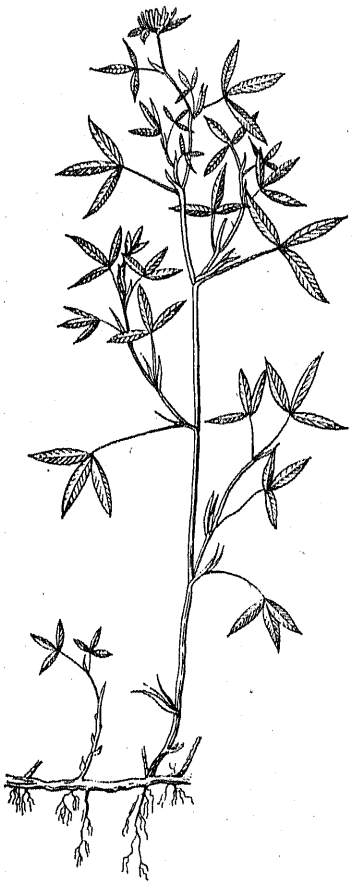


Рис. 200. Клевер средний

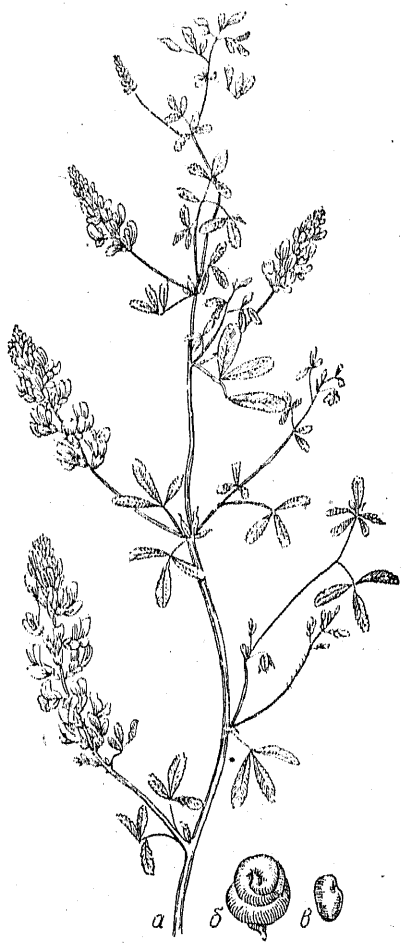


Рис. 201. Люцерна посевная:

а — общий вид цветущей ветви; *б* — спирально закрученный боб; *в* — семя

кие листочки, цветки желтые. Соцветие — короткая кисть. Боб имеет серповидную форму (рис. 202). В дикорастущем состоянии встречается по всему СССР.

Люцерна хмелевидная (M. lupulina L.) — одно- или двулетнее низкорослое растение, высотой 10...30 см. Листья мелкие, цветки желтые, собранные в плотные соцветия в виде головки.

На Кавказе в диком виде встречаются и другие виды люцерны: голубая (M. coerulea Less.ex Ledeb.), хемицикла (M. hemicycla Grossh.), кавказская (M. caucasica Vass. и др.).

Род донник (Melilotus Mill.) объединяет двулетние и однолетние травы. Стебли прямостоячие, ветвистые, листья тройчатые, сходные с люцерной, но средний листочек имеет более длинный черешок, чем у люцерны. Все виды донника хорошие медоносы. В СССР известно в дикорастущем состоянии 10 видов.

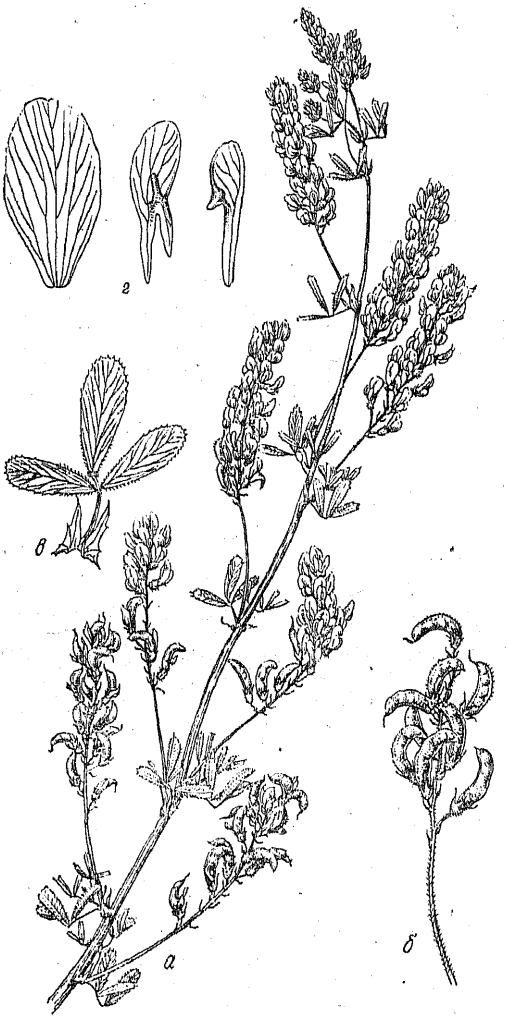


Рис. 202. Люцерна серповидная:

а — общий вид цветущей ветви; *б* — серповидные бобы; *в* — лист с прилистниками; *г* — лепестки цветка

Донник желтый, донник лекарственный, или буркун [M. officinalis (L.) Pall.], — двулетнее травянистое растение. Стебли высокие, ветвистые, высотой 40... 200 см. Листья тройчатые, цветки желтые, на коротких цветоножках, собранные в длинные пазушные кисти (рис. 203). Боб поперечноморщинистый, нераскрывающийся. Семена сходны с семенами люцерны, зеленовато-желтые с темными пятнами.

Корневая система стержневая, мощная. Отличается засухоустойчивостью и зимостойкостью. Все части растения, в том числе и семена и особенно цветки, содержат ароматическое вещество — кумарин. Хорошее медоносное растение. Используется как пастбищный корм, а также на силос и сено. В медицине применяется

для приготовления мягчительных средств. Цветки подмешивают для аромата в табак.

В дикорастущем состоянии распространен по всему Советскому Союзу, кроме Крайнего Севера, в большом количестве в степной зоне. Часто растет как сорняк.

Донник белый (M. albus Medik.) по общему виду сходен с предыдущим видом, но цветки белые, бобы сетчато-морщинистые, а семена, как правило, желтые без пятен. В дикорастущем виде встречается повсюду, но в большем количестве в Западной Сибири.



Рис. 203. Донник желтый:

а — цветок; *б* — общий вид цветущей ветви

В Крыму по побережью Черного моря произрастает эндемичный вид — донник крымский [M. tauricus (M. B.) Ser.].

В Нижнем Поволжье на прикаспийских песках растет донник каспийский (M. caspius Gruner); в Западной Сибири, Казахстане на солончаковых почвах произрастает донник зубчатый [M. dentatus (Waldst. et Kit.) Pers.]. Это единственный вид в СССР, который не содержит кумарина. В Среднем и Нижнем Поволжье растет донник волжский (M. wolgicus Poir.). В восточной части Советского Союза (Дальний Восток, юг Якутии и др.) произрастает донник душистый (M. suaveolens Ledeb.).

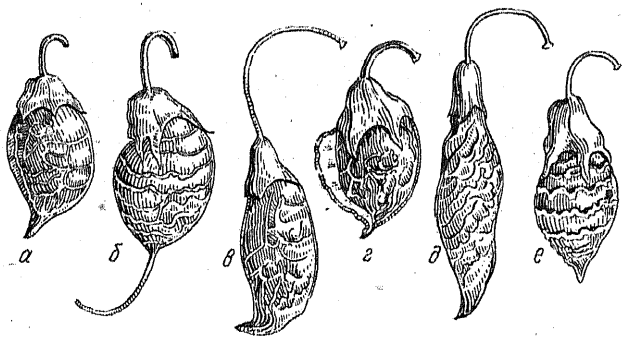


Рис. 204. Бобы донника:

а — белого; *б* — желтого; *в* — волжского; *г* — зубчатого; *д* — каспийского; *е* — крымского

Виды донника отличаются по ряду признаков, но особенно хорошо по форме и сетчатости бобов (рис. 204).

Род эспарцет (Onobrychis L.) объединяет свыше 100 видов, в СССР встречается около 30. Наиболее распространен эспарцет песчаный.

Эспарцет песчаный [O. arenaria (Kit.) Ser.] — многолетнее растение. Стебель прямостоячий, высотой 80...120 см. Листья

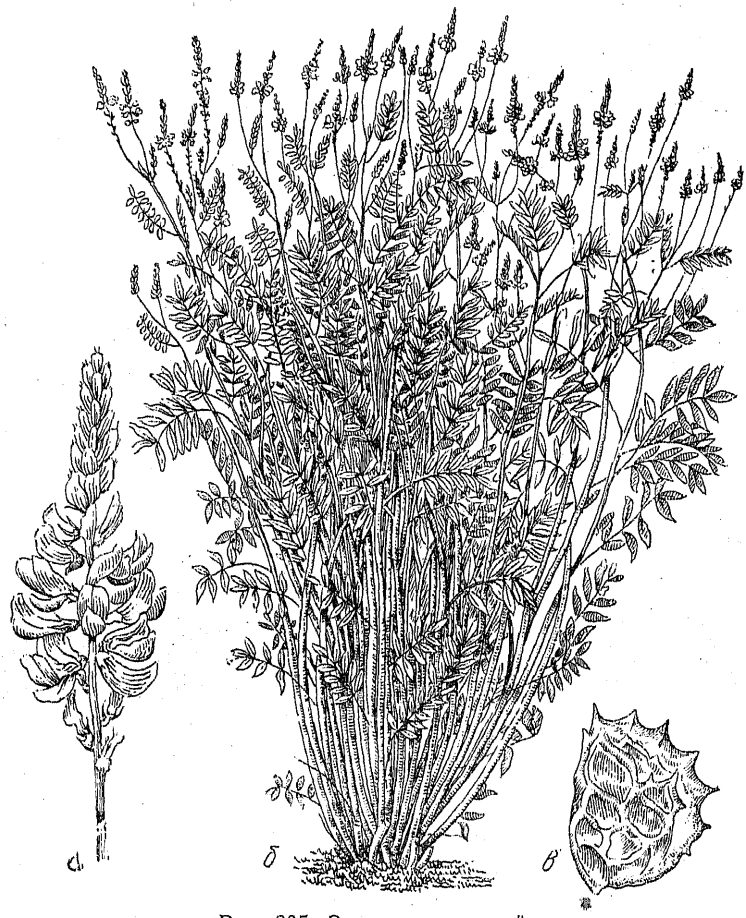


Рис. 205. Эспарцет песчаный:
а — кисть; *б* — общий вид; *в* — боб

сложные, непарноперистые (6...8 пар листочков). Цветки розовые, собранные в кисти. Боб по краям сильно зазубренный (рис. 205), односеменной, нераскрывающийся. Хорошее кормовое и медоносное растение.

Менее распространен эспарцет закавказский (O. transcaucasica Grossh.). Большое разнообразие форм имеется на Кавказе.

Род верблюжья колючка (Alhagi Adans.) в СССР представлен 5 видами, распространенными в пустынных районах. Наиболее часто встречается верблюжья колючка обыкновенная.

Верблюжья колючка обыкновенная [A. pseudoalchagi (M. B.) Desv.] имеет мощную корневую систему; корни



Рис. 206. Верблюжья колючка:

а — ветвь с цветками; *б* — бобы; *в* — корень; *г* — цветок

могут углубляться в почву на несколько метров (до 15 м). Многолетнее корнеотпрысковое растение, высотой 60...100 см. Листья простые, мелкие. В пазухах листьев образуются короткие, крепкие колючки — недоразвитые ветви (рис. 206). Цветки красноватые. Бобы четковидные, узкие. Засухоустойчивое растение. В полупустынных и пустынных районах Средней Азии является ценным кормовым растением для верблюдов.

Род люпин (Lupinus L.) включает около 200 видов. В СССР несколько видов вошло в культуру.

Люпин узколистный (L. angustifolius L.) — однолетник. Листья пальчатосложные, листочки узкие (рис. 207). Цветки чаще синие, реже розовые, фиолетовые и белые, собраны в кисть. Семена округлые, чаще серые, мозаичные. Корневая система стержневая, с большим количеством клубеньков, часто крупных. Занимает наибольшие площади в Белоруссии и на Украине.

Люпин жёлтый (L. luteus L.) — однолетник. Цветки желтые. Соцветие — кисть, в которой цветки собраны в мутовки.



Рис. 207. Виды люпина:
а — узколистный; *б* — многолетний

Семена розоватые с черными пятнами. Используется на зеленое удобрение, а безалкалоидные сорта — и на корм.

Люпин белый (L. albus L.) — однолетний, наиболее поздний вид; семена белые. Люпин многолетний, или многолистный (L. polyphyllus Lindl.), возделывается как декоративное растение. Все части растения содержат алкалоиды, которые придают им сильную горечь. За последнее время советские селекционеры создали «сладкие» сорта люпина, с очень незначительным содержанием алкалоидов.

Род лжеакация (Robinia L.) представлен акацией белой, или лжеакацией (R. pseudacacia L.). Дерево высотой до 35 м, с душистыми цветками, собранными в крупные кисти. В диком состоянии растет в Северной Америке. В СССР на юге выращивается как декоративное растение.

Род карагана, или акация желтая (Caragana Lam.), представляет собой кустарник, листья парноперистые, прилистники часто превращены в колючки, цветки желтые.

В жизни человека растения семейства бобовые имеют исключительное значение. Среди них много ценных пищевых культур, в семенах которых содержится большое количество белков: горох, фасоль, бобы, соя, арахис, чечевица, нут и др. Плоды и семена некоторых растений (горох, фасоль) используются в зеленом виде. Некоторые виды содержат алкалоиды, смолы, бальзамы, красильные вещества, гуми. Многие представители этого семейства (арахис, соя и др.) дают семена с высоким содержанием масла.

Во многих районах Советского Союза ряд видов высевают специально на зеленое удобрение (для сидерации). Выращенные растения запахивают, в результате почва обогащается азотом. Лучшими растениями для зеленого удобрения считаются: люпин, сераделла, донник. Люпин способен накопить на 1 га при помощи бактерий столько азота, сколько его вносится при запашке 20...25 т навоза.

Лучшие высокобелковые кормовые дикорастущие и возделываемые травы (клевер, люцерна, эспарцет, вика, горох и др.) также принадлежат к семейству бобовые.

Среди бобовых имеется немало декоративных растений: душистый горошек, люпин, акация, глициния. Многие бобовые — прекрасные медоносы: донник, эспарцет, вика, акации и др. Среди бобовых имеются виды, содержащие смолы, гликозиды и используемые как лекарственные растения: солодка, термопсис, донник и др.

Порядок мальвоцветные (Malvales). К этому порядку относятся деревья, кустарники, реже травы. Листья очередные с прилистниками. Цветки обычно крупные, одиночные или собраны в соцветия, яркоокрашенные, правильные, обоеполые, пятерного типа с верхней завязью. Околоцветник двойной. Чашечка сросшаяся, часто имеется подчашие, венчик раздельнолепестный. Тычинок много, они расположены в 2 круга, наружный круг обычно образуется недоразвитыми тычинками. Тычинки срастаются нитями, образуя 1 или несколько пучков. Пестиков много, сросшихся и свободных. С розоцветными их сближают такие общие признаки, как наличие прилистников, подчашия, правильного пятерного типа цветка, большое количество тычинок.

Для представителей порядка мальвоцветные характерно наличие разветвленных многоклеточных волосков и образование в паренхимных тканях клеток, заполненных слизью, а также сильное развитие в стеблях и листьях лубяных волокон.

Этот порядок объединяет 8 семейств, распространенных главным образом в зоне тропиков. Наиболее важными в практическом

отношении являются такие семейства, как мальвовые, липовые, стеркулиевые, баобабовые.

Семейство мальвовые (Malvaceae). Травы, кустарники, деревья. Стебли прямостоячие, ветвистые. Листья простые, цельные или пальчатолопастные, длинночерешковые с прилистниками, очередные. Цветки правильные, из 5 лепестков (рис. 208), крупные, обоеполые, одиночные, сидят на длинных цветоносах в пазухах листьев. Околоцветник двойной, чашечка из 5 чашелистиков, обычно с подчашием из 3 листочков. Тычинки расположены 2 кругами: наружный — из 5 бесплодных тычинок, внутренний — из большого количества тычинок, в большинстве случаев они срастаются в трубку и окружают 1 пестик. Пестик из 3 или многих плодолистиков, с 1 или несколькими столбиками. Завязь верхняя, многогнездная. Плоды сухие — многосемянная коробочка или дробный, состоящий из большого количества почковидных орешков.

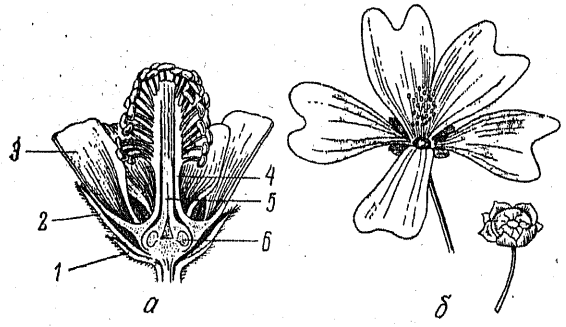


Рис. 208. Цветки растений семейства мальвовые:

а — цветок алтея в разрезе; *б* — цветок и плод мальвы; *1* — подчашие; *2* — чашечка; *3* — венчик; *4* — андроцей; *5* — гинецей; *6* — семянпочки

К данному семейству относятся ценные технические волокнистые растения: хлопчатник, канатник, кенаф. Из декоративных и лекарственных — мальва, шток-роза, хатьма и др.

Род хлопчатник (Gossypium L.) * представлен многолетними кустарниками и деревьями, обитающими в зоне тропиков. В процессе работы с хлопчатником человек создал из древесных форм однолетние. Род хлопчатник объединяет несколько десятков видов, но только 5 из них введены в культуру. Растение с сильно ветвистым стеблем, высотой 1...2 м. У хлопчатника имеется 2 типа ветвей: плодущие и ростовые. Плодущие ветви короткие, симподиальные, каждая из них заканчивается цветком, ниже которого развивается боковая почка, из нее формируется второй цветок и т. д. Поэтому хлопчатник цветет неравномерно и очень длительный период — с июня до поздней осени. На ростовых ветках цветки обычно не образуются.

Листья крупные, пальчатолопастные, с прилистниками, очередные, черешковые. Цветок крупный, с двойным околоцветником.

* Некоторые ботаники относят род хлопчатник к семейству бомбаксовые,

Чашечка сросшаяся, 5-зубчатая, с подчашием, которое состоит из 3 крупных, сильно рассеченных прицветников (рис. 209). Венчик из 5 лепестков, сросшихся только у основания. Цветет цветок всего один день, окраска лепестков утром желтая (кремовая) с лиловыми пятнами у основания, вечером — фиолетовая. Тычинок много, расположены они в 2 круга, тычинки внутреннего круга срастаются в одну трубочку, которая окружает пестик, тычинки наружного круга редуцированы — бесплодные.

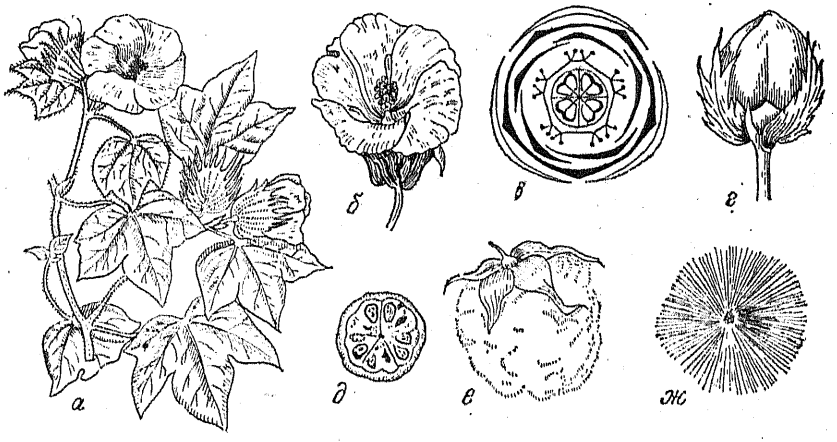


Рис. 209. Хлопчатник:

а — цветущая ветвь; *б* — цветок; *в* — диаграмма цветка; *г* — нераскрывшаяся коробочка; *д* — коробочка в поперечном разрезе; *е* — раскрывшаяся коробочка; *ж* — семя с расчесанными волосками

Плод — 3...5-гнездная коробочка. Семена в количестве 20...40, округло-овальной формы, густо покрыты двойным слоем очень коротких и длинных волосков. Короткие волоски называются подпушком, длинные — волоконцами. Волоски — это выросты отдельных клеток эпидермиса семян. Чем длиннее волоконце, тем ценнее считается сорт хлопчатника.

Дикорастущие формы хлопчатника имеют волоски длиной до 10 мм, а у лучших современных сортов хлопчатника длина их достигает 70 мм. На одном семени бывает до 7000 волосков. Ради этих волосков и возделывается хлопчатник. От семени они отделяются на заводах специальными машинами. Волоски хорошо красятся в различные цвета, из них приготовляется пряжа, которая в дальнейшем идет на изготовление хлопчатобумажных тканей.

У хлопчатника наблюдается интересное явление в биологии цветения: в одном цветке происходит процесс самоопыления и перекрестного опыления. При раскрытии бутона пыльца из пыльников попадает на рыльце этого же цветка, но при таком самоопылении оплодотворение происходит не во всех семяпочках. Распустившийся цветок доопыляется насекомыми — пчелами и осами. Поэтому

семена хлопчатника в одной коробочке могут быть неодинакового качества.

Возделываемые виды хлопчатника по происхождению объединяют в 2 группы: старосветские (из Африки и Азии) и новосветские (из Америки). Качество волоконцев зависит от происхождения хлопчатника.

В практике сельского хозяйства распространение имеют сорта 3 видов хлопчатника: хлопчатника обыкновенного, или упланда, хлопчатника перуванского и хлопчатника азиатского.

Хлопчатник обыкновенный, или упланд (G. hirsutum L.), имеет крупные цветки и коробочки; семена покрыты густым подпушком и отличаются длинными белыми волосками. Имеется ряд ценных сортов, которыми в СССР заняты большие площади.

Хлопчатник перуванский (G. peruvianum Cav.) имеет кремовые цветки, крупные коробочки; семена почти без подпушка, но с длинными тонкими волосками. Широко распространен в культуре.

Хлопчатник азиатский (G. arboreum L.) имеет мелкие цветки и коробочки; волоски короткие. В прошлом сорта этого вида занимали большие площади в странах Азии, теперь он вытеснен более ценными и более урожайными сортами указанных выше видов.

За последние годы селекционеры Советского Союза вывели сорта цветного хлопчатника, волоски которого имеют кремовую, коричневую, голубую и другую окраски.

Наиболее древняя культура хлопчатника известна в Пакистане, Индии, Египте.

Хлопчатник—теплолюбивое растение, в СССР основные площади посева его сосредоточены в Среднеазиатских республиках, а также в Восточном Закавказье.

Род мальва, просвирник (Malva L.) представлен однолетними или многолетними травами. Цветки крупные, пазушные, белые, розовые, фиолетовые. К этому роду относятся сорные и дикорастущие мальва лесная (M. silvestris L.), мальва мавританская (M. mauritiana L.).

К семейству мальвовые относятся также алтей лекарственный (Althaea officinalis L.), корень которого используется в медицине, шток-роза (Althaea rosea L.) — декоративное растение высотой до 2,5 м.

Кенаф (Hibiscus cannabinus L.) представлен однолетними растениями. Стебель достигает высоты 3...4 м, бархатисто опушенный, с хорошо развитыми крупными лубяными волокнами. Листья сложные, пальчатые, внешне сходны с листьями конопли. Теплолюбивое растение. На юге СССР возделывается как прядильная культура.

Канатник (Abutilon avicennae Gaertn.) включает однолетние травянистые растения. Стебли высотой до 4 м, ветвистые,

с сильно развитыми лубяными волокнами. Листья округло-сердцевидные, на длинных черешках. Возделывается на юге Украины, на Северном Кавказе, в Азербайджане для изготовления веревок, канатов, мешковины.

В практике сельского хозяйства семейство мальвовые прежде всего ценится за наличие большого количества прядильных культур (хлопчатник, канатник, кенаф). Наибольшее экономическое значение среди этих культур имеет хлопчатник. Семена хлопчатника содержат высокий процент масла, которое имеет широкое

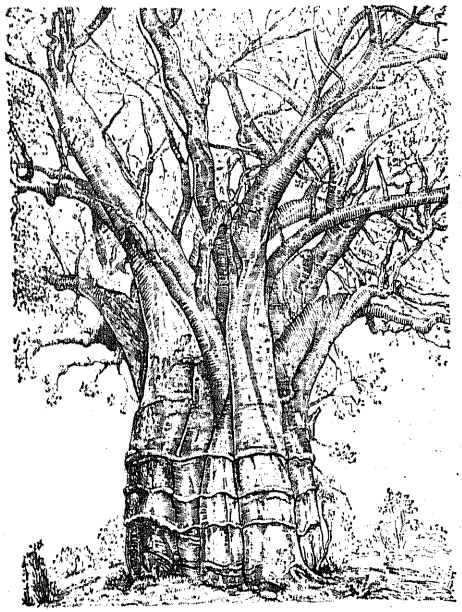
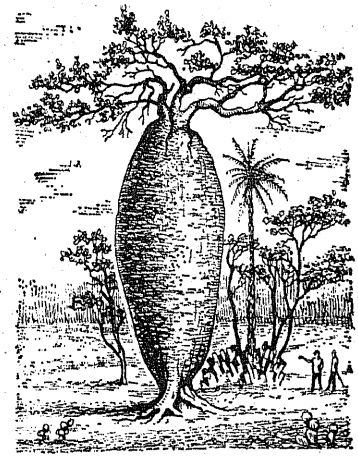


Рис. 210. Баобаб



Рис, 211. Шерстяное дерево с бочонковидным стволом

применение в пищевой и технической промышленности. При выжимании прессованием масла из семян хлопчатника получается в большом количестве побочный продукт — жмых. Хлопковый жмых содержит высокий процент белка, жира и является высокопитательным кормом для животных. Кроме полезных веществ, жмых хлопчатника содержит ядовитое начало — госсипол.

Среди мальвовых имеются декоративные растения (алтей, шток-роза, гибискус), лекарственные (алтей, хлопчатник).

Семейство баобабовые (Bombacaceae). Это семейство родственно с семейством мальвовые, с которым очень сходно по строению цветка. Преимущественно древесные, тропические растения.

Характерным представителем является баобаб (Adansonia digitate L.). Дерево высотой 8...12 м, внешне неуклюжее (рис. 210), растет в саваннах Африки, на время засухи сбрасывает листья. Плод имеет форму кабачка.

К этому семейству относится шерстяное дерево (Cavanillesia arbarea L.), которое имеет оригинальный сильно вздутый, бочонковидный ствол (рис. 211), в нем накапливается вода про запас на сухое время. В плодах развивается масса волосков в виде ваты. Растет в сухих лесах Бразилии.

Семейство липовые (Tiliaceae). Преимущественно древесные растения.

Липа сердцелистная (Tilia parviflora Ehrh., T. cordata Mill.) — это дерево высотой до 20...30 м, с широкой кроной, долговечное (300...400 лет), теневыносливое. Листья простые, округло-сердцевидные, с острой вершиной, длинно-черешковые, мягкие, по краям мелкопильчатые, у основания с выемкой, листовая пластинка обычно несимметричная — неравнобокая. Цветки правильные, очень душистые, с двойным околоцветником. Венчик 5-лепестный, несросшийся, зеленовато-желтый. Чашечка 5-листная. Тычинок много, собраны в 5 пучков, пестик 1, завязь верхняя. Сначала созревают пыльники, затем рыльца. Соцветие — полузонтик, на длинном цветоносе, свисает вниз. Растение насекомоопыляемое. Плод — орешек.

Для липы характерно наличие у каждого соцветия прицветного листа ланцетовидной формы в виде крыла, которое на $^1/_3$ своей длины срастается с цветоносом и после созревания плодов сохраняется при плодах (рис. 212), способствует переносу семян.

Джут (Corchorus L.) — травянистое однолетнее растение. В диком виде растет в тропических районах Азии, Америки и Африки. В СССР возделывается в качестве прядильного растения в Узбекистане, достигает высоты 2...3 м. Возделывается ради получения из его стеблей прочного волокна, из пряжи которого изготовляют мешковину, канаты, брезенты.

Семейство липовые имеет практическое значение. Липа — прекрасное медоносное растение, большое количество нектара выделяется рано утром и во вторую половину дня, цветет в июле в продолжение 2...3 нед. Высушенные цветки липы используются в медицине в качестве потогонного средства. Древесина липы легкая, мягкая, легко обрабатывается, поэтому широко применяется в столярном деле. Из коры липы получают лыко для плетения корзин и изготовления мочалы. Декоративное дерево, хорошо переносит обрезку и пересадку.

Семейство стеркулиевые (Sterculiaceae). Исключительно тропические и субтропические древесные, кустарниковые и травянистые растения. Известно свыше 650 видов.

Род шоколадное дерево, или какао (Theobroma L.), объединяет вечнозеленые деревья высотой 3...5 м, листья простые, блестящие. Цветки с 10 тычинками, из них 5 недоразвитые (стаминодии). Плод — ягода, удлиненной формы с заостренным концом (рис. 213); ягоды прикрепляются пучками к стволу и толстым веткам. По форме плоды напоминают огурец до 30 см и массой 300...500 г. В каждом плоде по 50...60 красноватых семян. Эти семена

называются обычно «бобы какао». Цветет и плодоносит в течение всего года. Плоды созревают за 7...9 мес.

Род к о л а (Cola Schott et Endl.) представлен деревьями, произрастающими дико в тропических лесах Африки. Плоды мясистые, раскрывающиеся, семена (2...6) часто называются «орехи кола», в свежем виде они содержат алкалоиды кофеин и теобромин. Из семян приготовляют настойки и соки, которые действуют возбуждающе, особенно при утомлении (кока-кола).

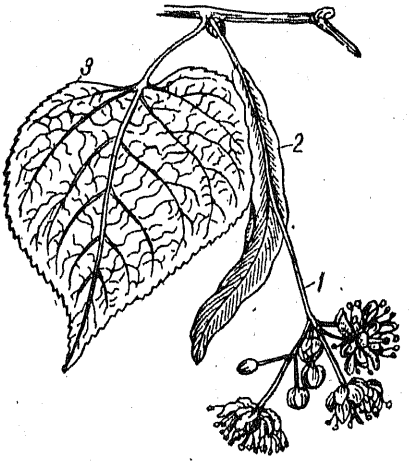


Рис. 212. Липа сердцелистная:
1 — цветонос; *2* — прицветник; *3* — лист

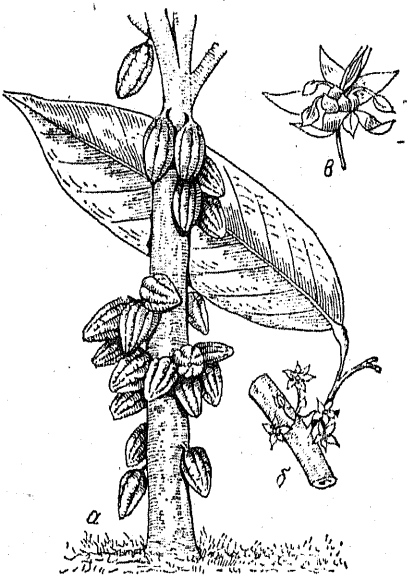


Рис. 213. Шоколадное дерево:
а — ствол с плодами; *б* — ветвь с цветками; *в* — цветок

Из биологических особенностей для семейства стеркулиевые характерно широко распространенное явление к а у л и ф л о р и и, т. е. способность растений образовывать цветки и соцветия непосредственно на стволе или на толстых ветвях дерева. В дальнейшем и плоды на таких растениях прикрепляются также непосредственно к стволу. Биологическое значение каулифлории заключается в лучшей защите цветков и плодов от тропических ливней, более удобном положении цветков для опыления насекомыми (вне густой кроны) и более надежном положении тяжелых плодов.

Представители семейства стеркулиевые имеют п р а к т и ч е с к о е з н а ч е н и е. Семена «бобы какао» содержат до 50% жира, около 15% азотистых веществ и 1,3...1,7% алкалоида теобромина. Из семян какао отжимается масло, полученный при этом жмых размалывается, просеивается, получается порошок — какао, который и употребляется для приготовления вкусного и питательного

напитка. Масло какао широко используется для приготовления шоколада и в медицине.

Порядок гераниецветные (Geraniales). Большинство представителей — травянистые растения. По некоторым признакам представители близки к мальвовым. Листья чаще простые очередные, нередко сильно рассеченные. Число частей цветка уменьшается и становится определенным. Объединяет 8 семейств, из которых рассмотрим семейства гераниевые, леновые, кисличные.

Семейство гераниевые, или журавельниковые (Geraniaceae). Многолетние или однолетние травы. Листья простые, чаще сильно рассеченные, реже цельные, с прилистниками, очередные или супротивные. У многих видов листья

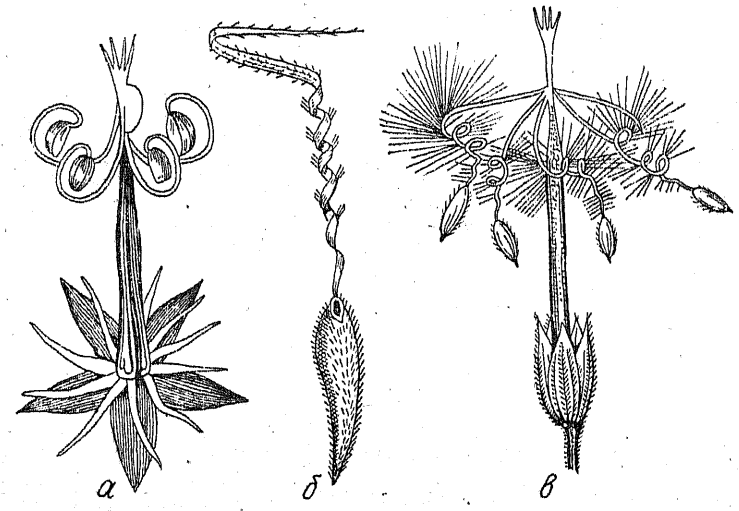


Рис. 214. Плоды гераниевых:

а — герань кровяно-красная; *б* — аистник; *в* — пеларгония

сильно опушены железистыми волосками. Цветки правильные, реже неправильные. Околоцветник двойной, 5-членный. Венчик раздельнолепестный, различной окраски — красной, розовой, белой и др. Тычинок 10 (реже 5 или 15), пестик 1 из 5 сросшихся плодолистиков. Завязь наверху образует клюковидный отросток, плоды сходны с клювом журавля, особенно во время их созревания (рис. 214). Рыльце 5-лучевое — по количеству сросшихся плодолистиков. Нектарники расположены между тычинками в виде 5 бугорков. Насекомоопыляемое растение. Плод — коробочка.

Герань луговая, или журавельник (Geranium pratense L.), представлена многолетними травами, с довольно крупными, правильными и яркоокрашенными (сине-фиолетовыми) цветками. Тычинок 10, пестик 1. Листья простые, супротивные, сидячие, глубоко рассеченные на 7 долей, с пленчатыми прилистниками.

Нектар выделяется желёзками, расположенными у основания внутренних тычинок. В диком виде растет всюду на лугах и лесных полянах лесной и лесостепной зон.

Герань лесная (G. sylvaticum L.) имеет правильные цветки (рис. 215) розовой окраски. Обитает по лесам и оврагам.

Пеларгония, или герань розовая (Pelargonium roseum L.), отличается от предыдущего вида неправильными цветками. Венчик из 5 лепестков, 2 из них крупнее остальных 3. Чашечка со шпорцем. Имеет промышленное значение как эфирномасличное растение.

Аистник [Eroddium cicutarium (L.) L'Her.] является однолетним травянистым растением. Свое название получил за сходство плода с головой аиста. Сорняк.

У гераниевых наблюдается приспособление для разбрасывания семян. У одних видов (герани) ко времени созревания каждый плодик раскрывается 5 створками, каждая створка отходит своим основанием и закручивается вверх, тем самым способствует разбрасыванию семян. У других видов (аистник цикутный) плоды обладают способностью самозарывания в землю. К биологическим особенностям гераниевых следует отнести наличие во всех частях растения высокого процента эфирного масла.



Рис. 215. Герань лесная:
а — верхняя часть растения с цветками;
б — часть корневища и основание надземной части растения

Представители семейства гераниевые имеют практическое значение. Такие виды гераниевых, как пеларгония, содержат большое количество эфирного гераниевого масла, по аромату очень сходного с розовым. Этот вид возделывается в Закавказье и Таджикистане для получения ценного гераниевого масла, которое используется в парфюмерной промышленности.

Герань — широко распространенное декоративное растение, содержит большое количество фитонцидов.

Семейство леновые (Linaceae). Преимущественно травянистые растения, редко кустарники. Листья простые, узкие, цельнокрайные, очередные. Цветки правильные. Плод — коробочка. Типичным представителем является род лен, который объединяет до 150 видов, из них наибольшее значение имеет лен культурный.

Лен культурный (Linum usitatissimum L.) — однолетник. Стебли прямостоячие, гладкие, с восковым налетом. Листья ланцетной формы, сидячие, очередные. Цветки правильные с двойным околоцветником. Лепестки раздельные, различной окраски, чаще голубые, бывают синие, фиолетовые, розовые, белые. Чашечка пятерная. Тычинок 5, сросшихся основанием, пыльники соприкасаются с рыльцем. Пестик 1. Соцветие — рыхлая извилина (рис. 216). Лен — самоопыляющееся растение, но возможно и перекрестное опыление. Плод — шаровидная коробочка, 5-гнездная. Семена овальные, плоские, в сухом виде гладкие, блестящие, обычно коричневые, при доступе влаги быстро ослизняются, содержат до 40...45% жирного масла. Стебли льна содержат длинные, веретеновидные клетки — лубяные волокна, или так называемые элементарные волоконца, длиной 4...60 мм, которые расположены пучками. При технической обработке эти пучки волокон дают сплошную нитку, которая носит название техническое волокно. Элементарные волоконца склеены в пучки пектиновым веществом. Разделение пучков на отдельные волоконца происходит при мацерации (разрушение) межклеточного вещества. Лучшим считается то волокно, которое длиннее, а длина волокна зависит от размера неветвистой части стебля.

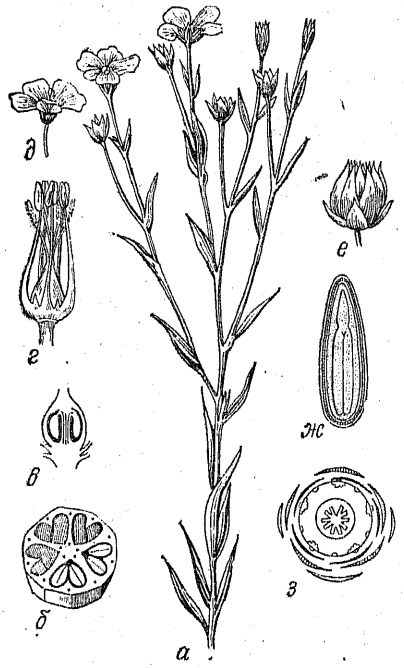


Рис. 216. Лен культурный:

а — верхняя часть растения с цветками; *б* — завязь в поперечном разрезе; *в* — завязь в продольном разрезе; *г* — андроцей и гинецей; *д* — цветок; *е* — вскрывшаяся коробочка; *ж* — семя в продольном разрезе; *з* — диаграмма цветка

В зависимости от высоты стеблей, их ветвистости и количества цветков в соцветии лен культурный подразделяют в агрономической практике на 3 основные группы (рис. 217): 1) лен-долгунец — стебли высокие (80...120 см), неветвистые или ветви появляются на самой вершине стебля; соцветие с ограниченным количеством цветков; сорта этой группы возделываются на волокно; 2) лен-кудряш — стебли короткие (30...50 см), ветвистые от основания, число цветков в соцветии велико (до 150...200); дает высокие урожаи семян и имеет короткое волокно; возделывается как масличная культура; 3) лен-межеумок (промежуточный) — высота растения 50...75 см; возделывается чаще на семена.

Культурный лен получил, по-видимому, начало от дикорастущего льна узколистного (L. angustifolium Huds.).

Лен прыгунец (L. crepitans Dum.) известен как сорняк в посевах культурного льна. Коробочки ко времени созревания раскрываются, и семена высыпаются. Известен лен многолетний (L. perenne L.) высотой до 1 м, волокно грубое; в диком виде растет в средней полосе СССР.

Представители семейства леновые имеют практическое значение. Лен является одной из важнейших технических культур. Его возделывают как прядильную и как масличную культуру. Наибольшее народнохозяйственное значение имеет лен-долгунец. Стебли его перерабатываются в прядильное волокно. Из семян льна получается растительное — льняное масло, которое используется в пищу, для приготовления олифы и лаков. Льняной жмых, содержащий масло и белковые вещества, скармливается скоту.

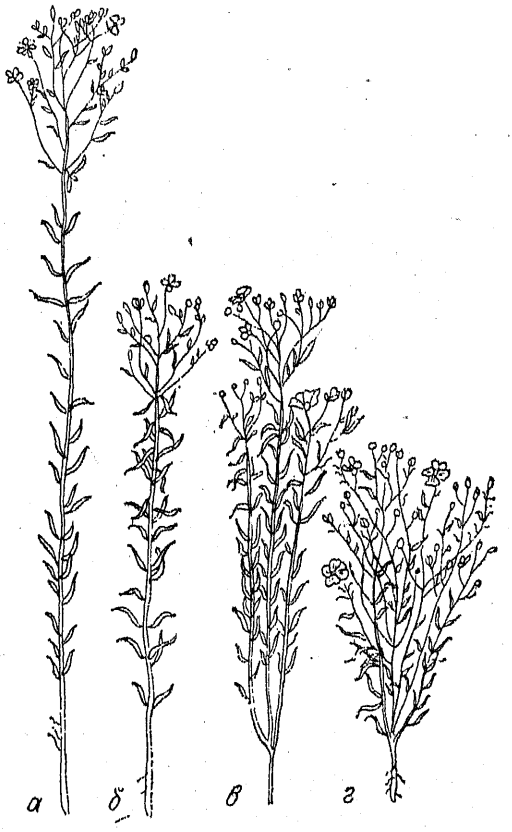


Рис. 217. Растения разных групп культурного льна:

а — долгунец; *б*, *в* — межеумки; *г* — кудряш

Семейство кисличные (Oxalidaceae). Включает около 900 видов, распространенных преимущественно в зоне тропиков. Преобладают травы. Цветки правильные, 5-членные, раздельнолепестные. Околоцветник двойной, чашечка сохраняется при плоде. Плод — коробочка или ягода.

Кислица обыкновенная (Oxalis acetosella L.) — травянистое многолетнее небольшое растение. Цветки правильные. Чашечка и венчик 5-раздельные (рис. 218), лепестки белые, с розовыми жилками. Тычинок 10 в 2 кругах, сросшихся у основания. Пестик 1 из 5 плодолистиков. Для этого растения характерно наличие 2 типов цветков: верхние появляются и распускаются весной,

перекрестноопыляемые, нижние мелкие, развиваются летом и не раскрываются (клейстогамные), самоопыляемые. Наличие 2 типов цветков способствует лучшей обсемененности. Плод — коробочка. Листья прикорневые, сложные, тройчатые, на длинном черешке. Ночью и в ясную солнечную погоду листочки складываются и поникают. Листья на вкус кислые, они содержат щавелевокислый кальций. Корневища хорошо развиты, покрыты мясистыми чешуйками. Растет в лесах.

Порядок молочаецветные (Euphorbiales). Название порядок получил от свойства представителей выделять млечный сок. Близок к порядку гераниецветные, от которого отличается наличием редуцированного цветка с простым околоцветником или утратившим его совершенно. Цветки почти всегда однополые. Срастание тычинок в одну колонку сближает этот порядок с мальвоцветными. Пестик 1 из 3 сросшихся плодолистиков. Плод — 3-гнездная коробочка или 3 орешка. Из этого порядка рассмотрим 2 семейства — молочайные и самшитовые.

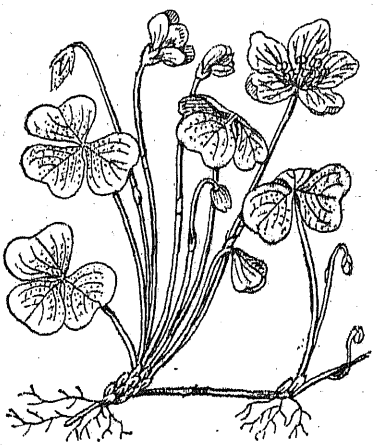


Рис. 218. Кислица обыкновенная

Семейство молочайные (Euphorbiaceae). Деревья, кустарники, лианы, реже травы. Это семейство объединяет около 7200 видов. Основное разнообразие сосредоточено в тропиках. Цветки однополые, мелкие, очень невзрачные. Околоцветник простой или отсутствует. Тычинок от 1 до многих. Пестик чаще 1 из 3 плодолистиков. Завязь верхняя. Соцветие чаще зонтиковидное. Плод — коробочка, распадающаяся на 3 части, редко костянка или ягода. Лист цельный с прилистниками.

Род молочай (Euphorbia L.) объединяет около 1600 видов многолетних и однолетних трав, некоторые из них напоминают древовидные растения, сходные внешне с кактусами, это так называемые кактусовидные молочаи, широко распространенные в южной части Африки. В СССР произрастает 160 видов, многие из них сорные и ядовитые травы.

Молочай лозный (E. virgata Waldst. et Kit.) имеет цветки без околоцветника, однополые. Женский (пестичный) цветок из одного пестика, имеющего 3-раздельный столбик, каждое отделение столбика оканчивается 2 рыльцами, завязь верхняя, 3-гнездная. Мужской (тычиночный) цветок состоит из 1 тычинки.

Мужские и женские цветки собраны в элементарные соцветия, напоминающие по внешнему виду 1 цветок (так называемые ц и а -

ц и и, или бокальчики). В таком соцветии 1 пестик, сидящий на длинной ножке, окружен тычиночными цветками, а все соцветие, окруженное сросшимися желтыми листочками, имеет вид бокальчика (рис. 219). Эти элементарные соцветия-бокальчики собраны у молочая еще в сложное зонтиковидное соцветие, окруженное оберточкой из желтых листков (прицветников). Насекомоопыляемое растение. Плод — дробная коробочка, распадающаяся на 3 орешка. Листья линейные, цельнокрайные, очередные, сидячие.

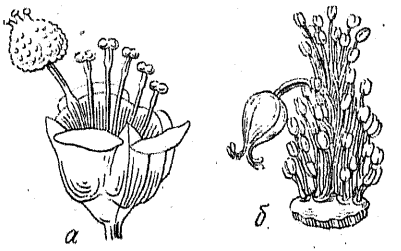


Рис. 219. Молочай лозный:
а — мужские и женские цветки, окруженные чашечковидным покрывальцем; *б* — бокальчик-букетик (циаций)

При повреждении любой части растения вытекает белый сок, сходный внешне с молоком, поэтому его и называют млечным соком, отсюда же и русское название растения «молочай». Сок ядовит.



Рис. 220. Клещевина обыкновенная:
1 — женские цветки; *2* — мужские цветки

Род клещевина (Ricinus L.) представлен видом клещевина обыкновенная.

Клещевина обыкновенная (R. communis L.) на родине — в тропиках Африки — небольшое многолетнее дерево. В СССР возделывается как однолетнее травянистое растение. Стебель толстый, высокорослый, высотой 1...5 м, ветвистый, зеленый или слабофиолетовый. Главный стебель и боковые ветви оканчиваются соцветиями. Листья крупные, простые, на длинных черешках, пальчатораздельные (рис. 220). Прилистники рано опадают. Цветки раздельнополые, собраны в одно кистеобразное соцветие, в котором женские цветки расположены наверху, а мужские — внизу. Плод — 3-гнездная коробочка, часто с шипами. Семена овально-приплюснутые, с сосочковидными выростами, оболочка семени чаще с рисунком в виде мозаики. Внешне семена клещевины сходны с клещом, откуда и получило это растение

свое название. В семенах содержится свыше 75% жирного масла.

Род гевея (Hevea Aubl.) представлен видом гевея бразильская.

Гевея бразильская [H. brasiliensis (H. B. K.) M. Arg.] известна под названием каучуконосного дерева. Оно достигает высоты 20...30 м. Листья сложные, тройчатые, с заостренными концами. Цветки мелкие, однополые. Соцветие метельчатое. Плод — коробочка. Растение очень теплолюбивое. В коре дерева образуется большое количество млечного сока, который называется латексом. Этот млечный сок содержит высокий процент каучука (34...37%), воды 52...60%, остальную часть составляют белки, смолы, сахара.

Род тунг, или тунговое дерево (Aleurites Forst.), в диком виде растет в Восточном Китае. В СССР культивируется на юге как масличное растение.

Представители семейства молочайные имеют практическое значение. К этому семейству принадлежит самое ценное в мире каучуконосное растение — гевея бразильская. В настоящее время она возделывается на больших площадях на островах Шри Ланка, Суматра, Ява, а в дикорастущем виде обитает в Южной Америке по топким берегам р. Амазонки. Млечный сок гевеи добывают подсечкой деревьев. С 1 га плантации гевеи собирают каучука до 500 кг.

Жирное невысыхающее масло из семян клещевины высоко ценится в промышленности и широко употребляется в медицине под названием касторового масла. Как масличная культура клещевина возделывается на больших площадях в Среднеазиатских республиках и на юге РСФСР и УССР.

Тунговое масло, получаемое из семян тунга, обладает высокой высыхающей способностью, поэтому широко используется для приготовления лаков, красок и эмалей.

Семейство самшитовые (Buxaceae). Характерным представителем этого семейства считается самшит, который произрастает в СССР на Кавказе на побережье Черного моря.

Самшит колхидский (Buxus colchica Pojark.) — вечнозеленое растение, кустарник или дерево высотой до 8...10 м. Отличается исключительно медленным ростом. Растение в возрасте 80...100 лет имеет толщину ствола, равную всего 10 см. Ствол прямой, гладкий. Листья простые, кожистые, снизу матовые, мелкие, длиной 2...2,5 см. Цветки раздельнополые. Плод — коробочка. Древесина желтого цвета, очень плотная, твердая, тяжелая. Самшит тонет в воде. Древесина высоко ценится и используется для изготовления различных изделий — духовых инструментов, челноков для текстильной промышленности и предметов домашнего обихода. Теплолюбивое, теневыносливое растение. На Кавказе, около Хосты, сохранилась роща естественных зарослей самшита, которая известна под названием тисо-самшитовой рощи. Здесь в специфических

климатических условиях самшит растет в сообществе с тисом, буком и другими деревьями.

Самшит как вечнозеленое растение возделывается в качестве декоративного кустарника, он хорошо переносит подстрижку и частично сбрасывает листья через 8...10 лет. На Черноморском побережье Кавказа и Крыма широко используется как декоративный низкорослый бордюрный кустарник.

Порядок сумахоцветные (Anacardiales), или терпентинные (Terebinthales). Для этого порядка характерно присутствие в особых вместилищах, находящихся в вегетативных и репродуктивных органах, эфирных масел, различных смол, бальзамов.

Преимущественно деревья и кустарники. Листья простые, реже сложные, без прилистников. Цветок правильный, раздельнолепестный, обоеполый, с двойным околоцветником. Чашелистики и лепестки расположены кругами, тычинок обычно 10, они собраны в 2 круга. По строению цветок близок к цветку гераниевых, но в отличие от них имеет своеобразные дискообразные нектарники. Порядок объединяет 12 семейств, из которых наиболее интересными в практическом отношении являются рутовые, фисташковые и кленовые.

Семейство рутовые (Rutaceae). Преимущественно вечнозеленые древесные растения, реже травы. Листья простые, с желёзками в виде просвечивающих точек, выделяющими эфирные масла, кожистые, овальной формы. Цветки правильные, обоеполые, чаще 5-членные. Тычинок вдвое больше, чем лепестков. Пестик 1. Завязь верхняя. Плод — ягодообразный, реже коробочка. К этому семейству относится лимон, апельсин, мандарин, грейпфрут и др.

Род цитрус (Citrus L.) объединяет группу южных фруктовых растений, известных под названием цитрусовые.

Лимон [C. limon (L.) Burm.] — вечнозеленое теплолюбивое древесное растение. Плод содержит большое количество кислот и витаминов — С, А, В. С одного дерева собирают по 300...500 и до 3500 плодов.

Апельсин сладкий [C. sinensis (L.) Osbeck] — вечнозеленое дерево. Цветки одиночные, с большим количеством тычинок и 1 пестиком. Плод чаще округлой формы. Внешний слой околоплодника — кожура — толстый, оранжевый, богат эфирными маслами, трудно отделяется от мякоти. Плоды содержат большое количество сахара, витаминов (А, В, С) и органических кислот.

В СССР возделывается на побережье Черного моря, более благоприятный район культуры апельсинов — Аджария.

Мандарин (C. reticulata Blanco) — небольшое дерево, высотой 2...3,5 м, с развесистой кроной. Цветки мелкие, белые. Цветет в мае. Плоды созревают в ноябре. Культивируется с древних времен в Китае, Японии, Южной Азии. В СССР большие площади заняты в районе Сочи—Батуми. Наибольшее значение имеет сорт

Уншиу с бессемянными плодами, урожай с 1 дерева достигает 300 плодов.

Грейпфрут (C. paradisi Macf.) представляет собой дерево с крупными плодами, собранными в грозди.

Цитрон (C. medica L.) имеет крупные бугорчатые плоды.

Род понцирус (Poncirus Raf.) представлен одним листопадным видом — лимон трехлисточковый.

Лимон трехлисточковый [P. trifoliata (L.) Raf.]— дикорастущий кустарник с крупными колючками. Зимостойкий. Широко используется в качестве подвоя для цитрусовых культур. Плоды несъедобные.

Род бархатное дерево (Phellodendron L.) представлен видом амурское бархатное дерево.

Амурское бархатное дерево (Ph. amurense Rupr.) иначе называется пробковым деревом. Произрастает в СССР на Дальнем Востоке. Большие деревья, имеют хорошую прочную древесину и морщинистую корку толщиной 5...7 см, с мягкой пробкой. Пробка бархатного дерева используется как заменитель настоящей пробки.

Род ясенец, или бадьян (Dictamnus L.), представлен многолетними травянистыми растениями высотой до 1 м. Цветки (белые, розовые, лиловые) собраны в кисти.

Ясенец голостолбиковый (D. gymnostylis Stev.)— это многолетнее травянистое растение. Цветки крупные, околоцветник двойной, 5-членный, соцветие — рыхлая кисть. Плод — коробочка. Листья непарноперистые, сильно опушенные железистыми волосками, которые выделяют летучие эфирные масла, при прикосновении вызывают ожоги. От зажженной спички вокруг растения возникает пламя (горят пары эфирных масел), но куст после этого не повреждается. Цветет в мае — июне. Распространен в степных районах Средней Азии, Кавказа, Крыма.

Представители семейства рутовые имеют большое практическое значение. Возделываются для получения высокоценных плодов. Из околоплодников мандаринов получают мандариновое масло, применяемое в парфюмерии, пищевой промышленности.

Семейство кленовые (Aceraceae). Листопадные древесные растения. Листья простые, супротивные, пальчатолопастные или раздельные, длинночерешковые, без прилистников. Цветки желто-зеленые или белые, правильные, обоеполые, с двойным околоцветником, лепестков и чашелистиков по 4...5. Тычинок 4...10 (часто 8). Нектарник в виде диска. Соцветие — кисть. Кленовые имеют характерный сухой плод — двукрылатку, сидящую на длинной плодоножке. При созревании плод распадается на 2 части, каждая имеет свое крыло. Крылья служат для переноса плодов ветром.

Имеется около 120 видов клена. Из них наиболее распространен клен остролистный.

Клен остролистный, или клен платановидный (Acer platanoides L.), — теневыносливое дерево, высотой до 30 м. Листья пальчатоостролопастные, темно-зеленые. Широко распространен в лесах европейской части СССР.

Клен татарский (A. tataricum L.) имеет листья цельные, зубчатые. Распространен там же, где клен остролистный.

Клен полевой (A. campestre L.) имеет 3-лопастные листья, снизу сильно опушенные. Распространен в лесостепной зоне.

Представители семейства кленовые имеют практическое значение. Большинство видов дает ценную древесину, с хорошим рисунком, ее широко используют в столярном производстве. Клен рекомендуется включать в ассортимент лесозащитных полос и использовать как декоративное растение в насаждениях городских парков. Ранневесенние медоносы. В соке деревьев содержится большое количество сахара.

Порядок крушиноцветные (Rhamnales). Деревья, кустарники, реже травы. Цветки мелкие, правильные, обоеполые, зеленоватой или белой окраски, раздельнолепестные, 4-круговые. Нектарник ясно выраженный, дисковидный, расположен вокруг пестика, что указывает на родственное положение этого порядка с порядком сапиндовые. Плод — ягода, костянка или сухая коробочка.

Из порядка крушиноцветные рассмотрим семейства крушинные и виноградные.

Семейство крушинные (Rhamnaceae). Листья простые с прилистниками. Цветки правильные, обоеполые, редко однополые, мелкие, зеленоватые. Околоцветник двойной, лепестков, чашелистиков и тычинок по 4...5. Пестик 1. Соцветие зонтиковидное в пазухах листьев. Плод — костянка, с 2...4 косточками, реже коробочка или орех.

К этому семейству относятся: лекарственное растение крушина ломкая (Frangula alnus Mill.), плоды и кора ее используются в медицине для приготовления слабительных и рвотных средств; кустарник держи-дерево (Paliurus aculeatus Mill.), у которого прилистники сильно развиты в виде колючек, используется на Кавказе, в Крыму как живая изгородь.

Семейство виноградные (Vitaceae). Деревянистые лианы, достигающие иногда очень большой длины. Листья обычно лопастные, очередные с прилистниками. На стебле развиваются усики стеблевого происхождения, расположенные супротивно листьям, но не против каждого листа, а часто через лист (рис. 221). Цветки мелкие, правильные, обоеполые или раздельнополые. Венчик 4...5-членный. Лепестки срастаются верхними концами, образуя колпачок, который опадает во время цветения. Чашечка обычно сильно редуцирована. Тычинок 5, пестик 1, чаще из 2 плодолистиков. Завязь верхняя. Цветки собраны в метелку. Плод — ягода. Перекрестноопыляемое растение. Это семейство включает свыше 600

видов, объединяемых в 11 родов, из которых в практическом отношении более ценен род виноград (Vitis L.).

Виноград культурный (V. vinifera L.) — многолетняя лиана, достигающая длины 20...40 м. Цветки мелкие, ароматные, с двойным околоцветником, чаще обоеполые, но имеются сорта с однополыми цветками. Тычинок 5, пестик 1. У однополых мужских цветков пестик редуцирован, а у женских однополых цветков пыльники отгибаются сильно вниз и несут бесплодную пыльцу, такой цветок является функционально женским.

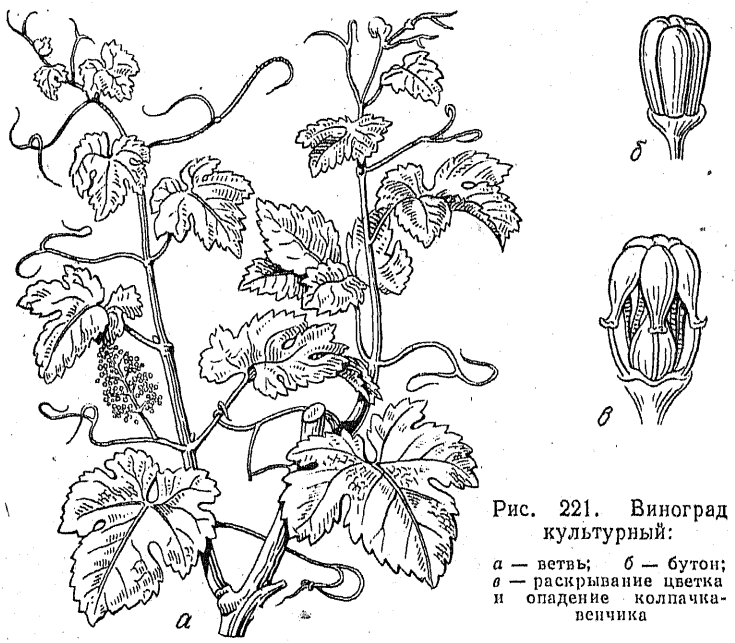


Рис. 221. Виноград культурный:
а — ветвь; *б* — бутон; *в* — раскрывание цветка и опадение колпачка-венчика

Соцветие — боковая метелка, при созревании плодов достигает больших размеров. Плод — ягода, различной окраски, формы, величины и вкусовых качеств.

Виноград амурский (V. amurensis Rupr.) дико растет на Дальнем Востоке, выдерживает сильные морозы (до —40° С). Этот вид И. В. Мичурин использовал при гибридизации в целях получения новых холодостойких сортов винограда.

Виноград лесной (V. sylvestris C. C. Gmel.) растет в виде лазящих или ползучих лиан, длиной до 100 м. Листья лопастные, снизу сильноопушенные. Ягоды мелкие. Растет на Кавказе, в горной Туркмении.

Виноград — одно из древнейших культурных растений. В Армении возделывали виноград за 2000 лет до н. э., в Древнем Вавилоне — 3500 лет до н. э., на Верхнем Ниле — 6000 лет до н. э. Ягоды винограда широко используются в пищевой, консервной и вино-

дельческой промышленности. Имеются сорта, у которых ягоды без семян (партенокарпия), из них получают изюм. Ягоды винограда высокопитательны.

Виноград — хороший медонос, у него имеется 2 типа нектарников: одни расположены вокруг основания пестика, другие — под чашечкой.

Порядок зонтикоцветные (Umbellales, или Araliales). Травы, реже деревья и кустарники. Корневая система стержневая. Листья простые, очередные, без прилистников, обычно с хорошо выраженным влагалищем и сильно рассеченной пластинкой. Цветки мелкие, правильные, 4...5-членные. Чашечка обычно сильно редуцирована. Число тычинок соответствует числу лепестков, тычинки расположены в 1 круг. Гинецей чаще состоит из 2 плодолистиков, завязь нижняя. Плод — двусемянка, ягода или костянка. Семена с хорошо развитым эндоспермом. Опыление энтомофильное. Нектарники в виде надпестичного открытого диска, поэтому у этого порядка отсутствует строгая специализация к определенным насекомым-опылителям.

Наличие нижней завязи говорит о том, что данный порядок является наиболее высокоорганизованным среди раздельнолепестных растений. Другая характерная особенность порядка — своеобразное соцветие — зонтик, часто сложный.

Из этого порядка рассмотрим семейства зонтичные и аралиевые.

Семейство зонтичные (Umbelliferae), или сельдерейные (Apiaceae). Во флоре СССР это семейство представлено многолетними, двулетними, иногда однолетними травами. Растения с мелкими многочисленными, правильными, раздельнолепестными, обоеполыми (редко однополыми) цветками, собранными в соцветие — простой или сложный зонтик.

От конца веток отходят отростки (ножки) наподобие лучей зонтика, на верхушке такого луча расположены лучами цветоножки, которые у сложного зонтика оканчиваются цветком. Краевые цветки в соцветии часто слегка неправильные. Окраска цветков белая, желтая, зеленовато-желтая или розовая. Околоцветник двойной, чашечка сильно редуцирована, ее чашелистики представлены 5 маленькими зубчиками. Чашелистиков 5, лепестков 5, загнутых верхушками внутрь, тычинок 5, пестик 1...2-столбчатый. Каждый столбик у основания окружен нектарником в виде вздутого диска. Завязь нижняя. Плод — двусемянка, при созревании она распадается на 2 плодика, висящих на раздвоенной нитевидной плодоножке. При основании сложного зонтика часто имеется несколько листочков, которые образуют так называемую общую обертку; при основании же каждого отдельного зонтика могут находиться листочки, образующие оберточку (рис. 222). На плодах ясно выражены ребрышки (проводящие пучки), их число и степень развития являются систематическим признаком для установления родов и видов. Между ребрышками расположены канальцы, содержащие эфирные масла.

Стебли обычно прямостоячие, часто полые, нередко ребристые. Листья простые, очередные, крупные, как правило, многократно рассеченные. Для большинства зонтичных характерно наличие у основания листа влагалища, иногда очень крупного. Стебли и листья покрыты эфироносными желёзками.

У зонтичных хорошо выражено приспособление для перекрестного опыления: у них происходит разновременное созревание в цветке тычинок и пестиков (дихогамия). Внутри одного цветка тычинки созревают значительно раньше, чем пестик. У многих

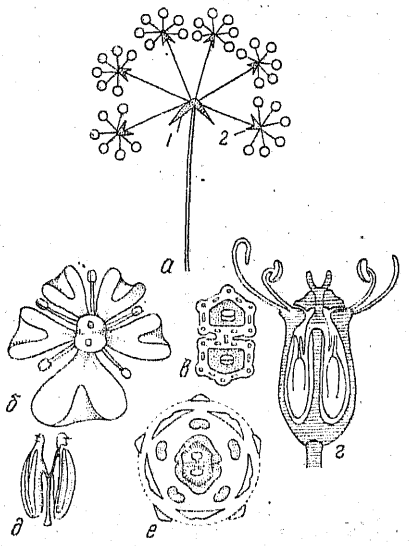


Рис. 222. Зонтичные:

а — сложный зонтик; *б* — цветок; *в* — плод в поперечном разрезе; *г* — цветок в продольном разрезе; *д* — плод; *е* — диаграмма цветка; *1* — обёртка; *2* — оберточка

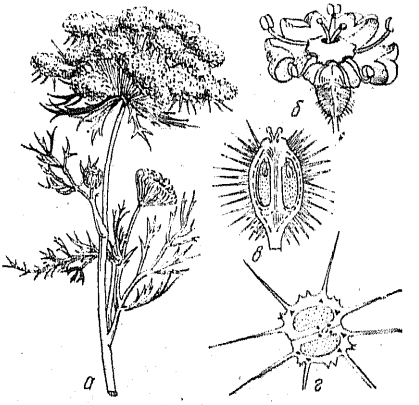


Рис. 223. Морковь культурная:

а — часть ветви; *б* — цветок; *в* — двусемянка в продольном разрезе; *г* — то же, в поперечном разрезе

представителей семейства зонтичные откладываются в корнях запасы питательных веществ, в результате чего корни сильно утолщаются, образуя корнеплоды. Многие представители — хорошие медоносы.

Очень обширное семейство, включает около 3000 видов. Систематика зонтичных основана на особенностях морфологического и анатомического строения плода и семян.

Морковь (Daucus carota L.) — двулетнее растение. В 1-й год образует утолщенный корень — корнеплод, с большим количеством прикорневых длинночерешковых листьев. Корнеплоды бывают различные по форме, величине и окраске. Листовая пластинка треугольной формы, многократно перисторассеченная (рис. 223). Соцветие с обертками и оберточками. Цветки белые, плоды покрыты большим количеством тонких острых шипиков, благодаря чему

плотно сцепляются между собой; имеют характерный специфический запах.

Возделывается как овощная и кормовая культура. Имеется много сортов. Оранжевая окраска корней моркови обусловлена содержанием каротина (провитамина А). Овощные сорта содержат высокий процент сахара. Кормовые сорта с желтой и белой окраской корнеплодов почти не содержат провитамина А. Возделывается по всему СССР. Культура ее была известна еще древним грекам и римлянам. В Афганистане возделывается сорт моркови с темно-фиолетовой окраской корнеплода.

В диком виде морковь произрастает в СССР почти повсеместно, но в большом количестве в южных степных районах. Корень дикорастущей моркови беловатый, тонкий, несъедобный.

Укроп пахучий (Anethum graveolens L.) — однолетник, отличается очень быстрым ростом, нитевидными долями пластинки. Цветки желтые. Соцветие не имеет ни оберток, ни оберточек.



Рис. 224. Вех ядовитый:

а — плод; *б* — лист; *в* — часть ветви; *г* — корневище в разрезе

Петрушка огородная (Petroselinum sativum Hoffm.)— двулетник. Листья нежные, троякоперистые с овально-округлыми долями, верхние тройчатые. Корнеплод тонкий, белый. Цветки желтые. Плоды зеленовато-серые. Все части растения имеют специфический запах.

Вех ядовитый, или цикута (Cicuta virosa L.), — многолетнее травянистое высокорослое растение (80...150 см). Стебли толстые, полые. Листья крупные, длинночерешковые, 3-перисторассеченные, доли ланцетовидные с пильчатыми краями. Цветки белые. Имеется только оберточка. Плоды почти шаровидные. Растение с толстыми полыми корневищами, разделенными поперечными перегородками на отдельные пустые камеры (рис. 224).

Растет по болотам, топким местам, часто прямо в воде. Цветет июнь — сентябрь. Растения имеют запах петрушки. Все части растения, особенно корневище, ядовиты. Ядовитое начало — желтое смолистое вещество, содержащее цикутотоксин. Ядовитость сохраняется и в сене.

Болиголов крапчатый (Conium maculatum L.) — двулетнее травянистое растение, высотой 60...200 см. Стебель прямой, ветвистый, бороздчатый, покрыт у основания узкими черными пятнами, крапинками (рис. 225). Листья широкотреугольные,



Рис. 225. Болиголов крапчатый:
а — плод; *б* — часть ветви; *в* — цветок

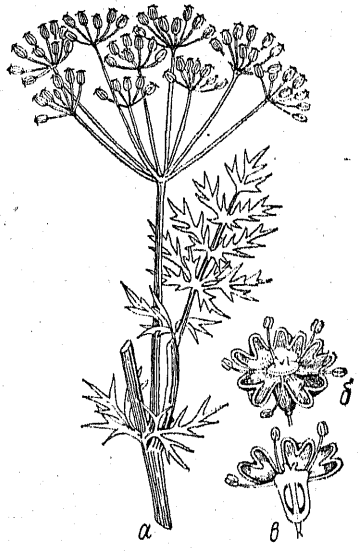


Рис. 226. Тмин обыкновенный:
а — часть ветви; *б* — цветок; *в* — цветок в продольном разрезе

2...3-перистые, на длинных черешках. Цветки белые. Имеются общие обертки и оберточки. Часто сорняк. Обладает неприятным мышиным запахом. Все части растения, и особенно плоды, ядовиты. Ядовитое начало — алкалоид кониин.

Сныть обыкновенная (Aegopodium podagraria L.)— многолетнее травянистое корневищное растение. Цветки белые, оберток и оберточек нет. Листья прикорневые, дваждытройчатые. Растет в лесах, по кустарникам, садам как сорняк.

Пастернак посевной (Pastinaca sativa L.) — двулетник. Цветки желтые. Оберток нет. Стебель бороздчатый. Корни съедобные, хорошо перезимовывают в почве. Обладают специфическим запахом. Возделывается в качестве овощного и кормового растения.

Тмин обыкновенный (Carum carvi L.) — двулетник. Зонтик без оберток и оберточек. Листья многократно перисто-

рассеченные на узкие доли (рис. 226). Семена содержат высокий процент эфирного масла. В дикорастущем виде встречается на лугах, выгонах и полянах. Возделывается как эфирномасличное растение.

Борщевик сибирский (Heracleum sibiricum L.) — многолетник. Стебель граненый, жестковолосистый, высотой 1,5 м и больше. Листья с вздутым влагалищем, перистосложные, с 3... 7 листочками. Соцветие — сложный зонтик, общей обертки не имеет.

Борщевик Сосновского (H. sosnowskyi Manden.)— чаще двулетник. Стебель округлый, бороздчатый. Листья крупные, перистосложные, на длинных черешках.

К семейству зонтичных относятся также анис (Anisum vulgare Gaertn.), кориандр (Coriandrum sativum L.), сельдерей (Apium graveolens L.), поручейник (Sium latifolium L.) и др.

Представители семейства зонтичные имеют практическое значение. Среди них много овощных, пряных, кормовых и ядовитых растений. В качестве овощного и кормового растения возделывается морковь, как пряные широко известны петрушка, укроп, сельдерей, тмин, анис, кориандр, пастернак и др. Анис, тмин, фенхель, кориандр выращиваются в качестве эфирномасличных растений. К ядовитым относятся: болиголов крапчатый, цикута, бутень одуряющий, поручейник и др. Многие представители зонтичных — хорошие медоносы. В последнее время в качестве кормового силосного растения начали использовать борщевик Сосновского и борщевик сибирский. Некоторые виды при прикосновении к коже вызывают у людей ожоги.

Семейство аралиевые (Araliaceae). Преимущественно деревья и кустарники, редко травы, часто лианы. Цветки мелкие. Околоцветник двойной. Лепестков 5, тычинок 5, пестик 1. Соцветие — зонтик, головка или колос. Плоды сочные, часто распадаются на плодики.

Распространены главным образом в тропиках. Рассмотрим произрастающие в СССР плющ и женьшень.

Плющ (Hedra helix L.) — многолетняя травянистая лиана, имеет тонкие стебли с мелкими корнями-присосками, при помощи которых поднимается вверх по деревьям, стенам, скалам. Листья кожистые, темно-зеленые, 2 типов: 5-лопастные на нецветущих ветвях и цельные ланцетные на цветоносных ветвях. Растет на Кавказе, в Крыму, в западных районах Украины. Возделывается как декоративное растение.

Женьшень (Panax schin-sen. Nees) — многолетнее травянистое растение. В СССР растет на Дальнем Востоке. Имеет мясистые разветвленные корни, внешне часто напоминающие фигуру человека (рис. 227). Масса 20...200 г. Стебель округлый, прямостоячий, 30...50 см. Листья пальчаторассеченные, в количестве 2...4, расположенные мутовкой на вершине стебля. Цветки мелкие,

бледно-зеленые, собранные в простой зонтик. Плод — ягода, светло-красной окраски.

Растет обычно одиночными экземплярами на богатых почвах в тенистых кедрово-широколиственных лесах. В Китае корни женьшеня широко использовали как ценное лекарственное средство еще до нашей эры при разнообразных заболеваниях. Сбор корней женьшеня проводили специальные «охотники». В настоящее время в дикорастущем состоянии женьшень встречается очень редко, это вымирающий вид. За последние годы на Дальнем Востоке СССР женьшень выращивается в специализированных совхозах.

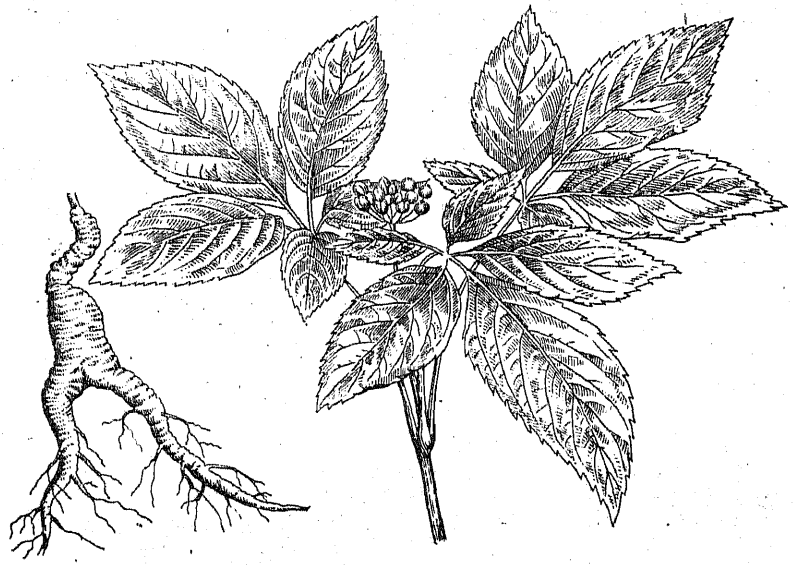


Рис. 227. Женьшень

Химический состав корня женьшеня очень сложный: он содержит сапонин, эфирные масла, жирные кислоты, смолы, витамины, алкалоиды и др. Этим и объясняется разностороннее использование в медицине. Особенно ценят лекарства из него как тонизирующее средство, восстанавливающее силы и работоспособность.

Порядок букоцветные (Fagales). Древесные растения. Для этого порядка характерно наличие у плодов плюски, выполняющей защитную роль. Плюска имеет двоякое происхождение — листовое (граб, лещина) или стеблевое (дуб).

Порядок букоцветные объединяет 2 семейства: березовые и буковые.

Семейство березовые (Betulaceae). Деревья или кустарники. Листья опадающие, простые, пильчатые по краям, черешковые, с легко опадающими прилистниками. Цветки мелкие,

раздельнополые, без околоцветника, или он в виде чешуек. Мужские цветки собраны в соцветие — повисшие сережки, в пазухе чешуек оси сережки расположены одиночные или собранные в группы (по 2...3) цветки. Женские цветки также растут группами по 2...3 в пазухе чешуи, или они в плюсках и собраны в колосовидное соцветие. Плод — орешек, заключенный у некоторых видов в плюску, или крылатые семянки. Растения ветроопыляемые.

У большинства представителей семейства березовые распускание цветков наступает до появления листьев.

К этому семейству относятся широко распространенные в СССР береза, орешник, ольха, граб.

Род б е р е з а (Betula L.) в СССР представлен 40 дикорастущими видами.

Б е р е з а б о р о д а в ч а т а я (B. verrucosa Ehrh.) наиболее распространена в северной части СССР, где образует большие лесные массивы. Дерево высотой до 20 м, с белой пробкой, которая легко отделяется тонкими, как бумага, слоями (береста), окраска ее зависит от белого вещества — бетулина. Молодые побеги густо покрыты жесткими смолистыми бородавочками. Листья простые, ромбической или треугольной формы, с заостренной верхушкой, по краям двоякопильчатые, черешковые (рис. 228). Молодые листья пахучие, покрыты смолистым веществом, предохраняющим их от излишнего испарения. Цветки раздельнополые. Мужские (тычиночные) цветки собраны в сережки, на стержнях которых в пазухе каждой чешуйки сидят по 3 цветка. Каждый цветок состоит из 2...3 раздвоенных тычинок. Женские (пестичные) цветки собраны также в плотные сережки, в пазухе чешуи сидят по 3 цветка; каждый цветок состоит из 1 пестика с 2 пурпуровыми рыльцами. Плод — сплюснутый орешек.

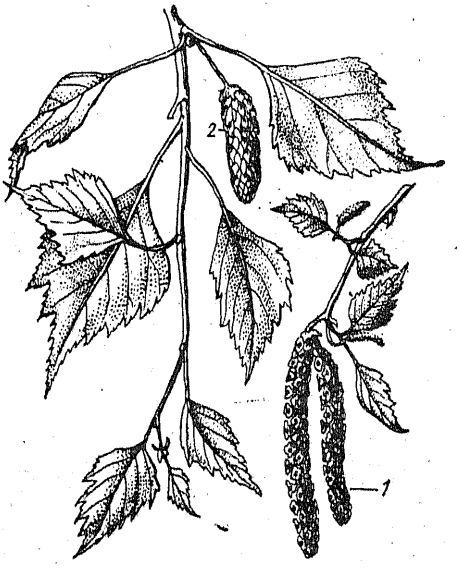


Рис. 228. Береза бородавчатая:
1 — мужские сережки; *2* — женская сережка

Б е р е з а к а р л и к о в а я, или с т л а н е ц (B. nana L.), растет на болотах в виде стелющегося кустарника высотой до 1 м, с мелкими листьями.

Б е р е з а п у ш и с т а я (B. pubescens Ehrh.) представляет собой дерево с гладкой корой. Молодые побеги покрыты мягким пушком.

Род лещина (Corylus L.) включает около 20 видов. В СССР произрастает в виде кустарников 10 видов, из которых наиболее распространенным является лещина.

Лещина лесная, или лесной орех (C. avellana L.), — кустарник, реже дерево высотой 2...7 м. Листья простые, черешковые, округлые; по краям двоякопильчатые. Молодые листья покрыты мелкими, нежными волосками. Раздельнополое. Цветки голые без околоцветника, не имеют ни чашечки, ни венчика. Мужские (тычиночные) цветки собраны в длинные висячие сережки. В пазухе каждой чешуи сидит 1 цветок с 2 прицветниками. Тычинок 4, но они расщеплены до основания, поэтому кажется, что их 8. Женские (пестичные) цветки собраны в виде шишек, в пазухах их чешуй сидят по 2 цветка, каждый цветок состоит из пестика с 2 нитевидными красными рыльцами, выставляемыми из чешуи почек. Женские цветки развиваются позднее мужских. Цветет ранней весной, до распускания листьев.



Рис. 229. Лещина лесная:
1 — мужские сережки; *2* — женский цветок; *3* — орехи в плюсках

Плод — орех, окруженный листовидной, сильно рассеченной оберткой, или плюской (рис. 229). В Закавказье разводят близкий вид, называемый в обиходе фундуком.

Род ольха (Alnus Gaertn.) представлен широко распространенными кустарниками и деревьями. Растет по сырым местам — по берегам рек, озер. Цветет до распускания листьев. В СССР встречается 12 видов, из них наиболее часто — ольха клейкая.

Ольха клейкая, или ольха черная [A. glutinosa (L.) Gaertn.], имеет простые, очередные, черешковые листья, чаще обратнояйцевидной формы, с выемкой на верхушке, в молодом состоянии клейкие. Кора темно-бурая, древесина желтая. Женские цветки собраны в плотные соцветия, мужские — в длинные сережки. Ветроопыляемое растение.

Представители семейства березовые имеют практическое значение. Древесина березы широко используется для различных столярных изделий, из нее получают древесный спирт, скипидар, уксус. Береза используется на топливо. Из березовой

бересты добывают деготь. Листовые почки используются в медицине. Березовый сладкий сок, вытекающий из дерева при поранении ранней весной, используется для приготовления сиропов, кваса. Береза используется и как декоративное растение.

Ядра орехов лещины, содержащие много масла, используются в пищу, в кулинарии, а масло, полученное их них, применяется в лакокрасочной промышленности. Ольха имеет светлую, быстро краснеющую на воздухе древесину, которая используется в производстве мебели.

Семейство буковые (Fagaceae). Мощные деревья. Цветки раздельнополые. В отличие от цветков березовых имеют простой, невзрачный, зеленый, сростнолистный околоцветник. Раздельнополые. Женские цветки с 1 пестиком из 3 плодолистиков, с 3 свободными столбиками, собраны в колосовидные или головчатые соцветия. Завязь нижняя. Мужские цветки чаще с 4 тычинками, собраны в сережки. Плод — орех, заключенный в чашевидную плюску. Плюска покрывает плод только у основания (дуб) или целиком (каштан, бук). Семена с 2 мясистыми семядолями. Листья простые, очередные, с рано опадающими прилистниками.

К этому семейству относятся такие роды, как дуб, бук, каштан.

Род дуб (Quercus L.) представлен мощными деревьями, реже кустарниками, с вечнозелеными или опадающими на зиму листьями, с односемянными плодами — желудями, которые наполовину окружены твердой плюской. В СССР известно около 20 видов, из них 17 видов растет на Кавказе.

Дуб черешчатый, или дуб летний (Q. robur L.),— мощное дерево, высотой 20...50 м. Листья простые, очередные, короткочерешковые, кожистые, продолговатые, обратнояйцевидные, перистолопастные. Цветки раздельнополые. Мужские цветки имеют 4...6 тычинок, собраны в тонкие, качающиеся сережки; околоцветник 4...6-листный, Женские цветки с 1 пестиком и 3-раздельным рыльцем, одиночные. Тычиночные цветки располагаются выше пестичных. Зацветает вместе с появлением листьев. Ветроопыляемое растение. Плодоношение наступает на 20...30-й год жизни. Плод — желудь, окружен снизу чашевидной плюской (рис. 230). Созревают плоды в год формирования и опадают осенью без плюски. Долговечное дерево, обычно достигает возраста 300... 400 лет, но иногда и 2000 лет.

Большое значение в жизни человека имеет другой вид — дуб пробковый (Q. suber L.) — с вечнозелеными листьями, с него снимают пробку, начиная с 15...20-летнего возраста, когда слой пробки достигает толщины 8...10 см. Возделывается на Кавказе и в Крыму. В дикорастущем состоянии встречается в Северной Африке.

Род бук (Fagus L.) представлен в СССР 3 видами, произрастающими на Кавказе и в Крыму. Из них большое значение имеет бук лесной.

Бук лесной (F. silvatica L.) — крупное дерево, высотой до 50 м, 2...2,5 м в диаметре. Долговечное (до 500 лет), теневыносливое и теплолюбивое растение. Кора гладкая, серая. Листья простые, широкояйцевидной формы, кожистые. Цветки раздельнополые. Женские цветки собраны в сережки, мужские — в головчатое соцветие. Плоды — 3-гранные орешки, заключенные по 2...3 в общую плюску (рис. 231). Образует большие леса в западных районах Украины.



Рис. 230. Дуб черешчатый:

а — ветвь с желудями; *б* — часть мужской сережки; *в* — ветвь с мужскими сережками; *г* — тычиночный цветок; *д* — пестичный цветок

Бук восточный (F. orientalis Lipsky) растет главным образом на Кавказе, где он заходит в горы на высоту до 2000 м над уровнем моря.

Род каштан (Castanea Mill.) объединяет 30 видов древесных растений. Цветки раздельнополые. Плод — орешек, одетый плюской, состоящей из 4 створок. В СССР распространен каштан настоящий.

Каштан настоящий, или каштан посевной (C. sativa Mill.) *, представлен мощными декоративными или плодовыми деревьями высотой до 35 м. Листья простые, крупные, продолговатые, по краям остро зазубренные. Цветки раздельнополые. Плод — округло-плоский орех (рис. 232), покрытый кожистой, колючей плюской каштанового (темно-коричневого) цвета. Хороший медонос. На Кавказе растет в виде примеси в буковых лесах. Разводится как плодовое, так как плоды съедобны.

Представители семейства буковые имеют практическое значение. Во многих районах лесной, лесостепной и степной зон европейской части СССР образуют леса, называемые дубравами. Древесина дуба отличается прочностью и красивым рисунком.

---

* Каштан настоящий нельзя смешивать с конским каштаном (Aesculus L.) семейства конскокаштановые с пальчатосложными листьями, соцветиями в виде прямостоячих густых метелок и с несъедобными плодами — коробочками.

Имеет различное применение, используется при сооружении мостов, судов, для поделки мебели, паркета и т. д. Желуди содержат до 40% крахмала, используются для приготовления суррогата кофе и в корм свиньям. Кора дуба содержит много дубильных веществ, ее применяют при дублении кож, широко используется пробка как укупорочный и изоляционный материал. Дуб широко применяется при посадках лесных полос в южной части СССР. Не менее ценная древесина каштана и бука используется в столярном производстве. Орехи каштана содержат много крахмала, сахара, белка и жира, употребляются в пищу и в корм животным. В парках виды дуба высаживаются для декоративных целей.



Рис. 231. Бук лесной:
а — цветущая ветвь; *б* — плодоносящая ветвь (левый орех — с открывшейся плюской)

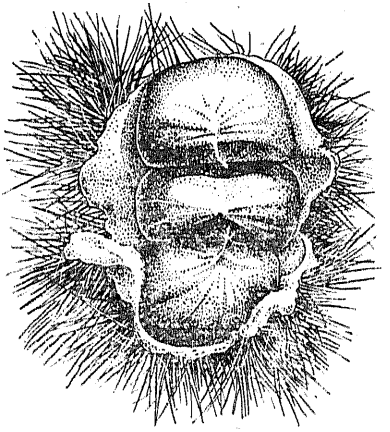


Рис. 232. Плоды каштана (видны 3 ореха, окруженные общей плюской)

Порядок синюхоцветные (Polemoniales). Преобладают травы, редко деревья или кустарники. Листья супротивные, мутовчатые или очередные. Цветки правильные (актиноморфные) и неправильные (зигоморфные). Количество тычинок равно числу лепестков венчика. Из этого порядка рассмотрим семейства вьюнковые, синюховые, пасленовые, норичниковые и заразиховые.

Семейство вьюнковые (Convolvulaceae.) Для этого семейства характерно наличие у большинства представителей вьющихся стеблей. Чаще травы. Листья простые, цельные, очередные. Цветки обычно одиночные, правильные, обоеполые с двойным околоцветником. Венчик воронковидный или колокольчатый, крупный, 5-спайнолепестный. Тычинок 5, приросших к основанию венчика, пестик 1 из 3...5 плодолистиков. Завязь 2-гнездная. Плод—

коробочка или ягода. Известно около 40 родов и 1100 видов. В СССР произрастает 3 рода — вьюнок, повилика и батат.

Род вьюнок (Convolvulus L.) объединяет свыше 200 видов, наибольшее количество которых сосредоточено в средиземноморской зоне.

Вьюнок полевой (C. arvensis L.) — злостный многолетний корнеотпрысковый сорняк. Цветки бледно-розовые, правильные, слабоароматные. Околоцветник двойной. Чашечка сросшаяся, 5-зубчатая. Венчик сросшийся из 5 лепестков, воронковидный (рис. 233). Тычинок 5, пестик 1 с 2 рыльцами. Корни тонкие, глубоко проникающие в почву, с отпрысками, при помощи которых быстро размножается. Трудноискоренимый сорняк, в обиходе часто называется «березкой». Растет почти по всему СССР.





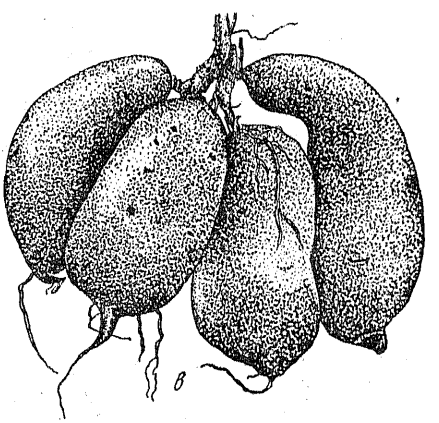


Рис. 233. Вьюнковые:
а — вьюнок полевой; *б* — повилика на крапиве; *в* — клубни батата

Род повилика (Cuscuta L.) * включает несколько видов, из которых рассмотрим 1 — повилику европейскую.

Повилика европейская (C. europaea L.) представляет собой однолетнее паразитное растение. Питается за счет ра-

* Повилика иногда относится к семейству повиликовые (Cuscutaceae).

стения-хозяина, к которому присасывается маленькими стеблевыми присосками и плотно обвивает его. Семена очень мелкие, прорастают примерно через месяц после других растений, к которым и прикрепляется проросток повилики. Корней и листьев не имеет. Цветки мелкие, розовые, собранные в шаровидные клубочки. Околоцветник двойной, 5-членный. Чашечка 5-раздельная, венчик 5-спайнолепестный. Стебли нитевидные, красноватые, плотно обвивающие растение-хозяина. Размножается повилика семенами и вегетативно — частями стеблей. Часто тонкие стебли повилики перебрасываются с одного растения-хозяина на другое.

В СССР обитает около 30 видов. Многие виды паразитируют на определенных растениях, поэтому различают повилику клеверную, повилику льняную, повилику, паразитирующую на крапиве, хмеле и др. В Среднеазиатских республиках вдоль арыков произрастает повилика, паразитирующая на деревьях. Опасный карантинный сорняк.

Род батат, или сладкий картофель [Ipomoea batatas (L.) Lam.], представляет собой однолетнее пищевое, кормовое и техническое растение. Стебли стелющиеся, листья крупные, широкосердцевидные, цветки похожи на цветки вьюнка. На корневой шейке в результате утолщения боковых корней образуются большие корневые клубни, а ботва дает высокий урожай зеленой массы.

Разводится на юге Украины, Молдавии, на Кавказе, в Средней Азии ради клубней. Клубни на вкус сладковатые, употребляются в пищу в вареном и жареном виде.

Семейство пасленовые (Solanaceae). Включает около 2500 видов. Почти все представители этого семейства содержат алкалоиды, которые придают растениям отдельных родов специфический запах.

В СССР преимущественно травы. Цветки правильные, реже слегка неправильные, обоеполые. Околоцветник двойной. Венчик 5-спайнолепестный. Пестик 1 с 2-гнездной завязью. Вокруг завязи 5-лопастный нектарник. Соцветие — завиток. Плод — ягода или коробочка. Листья очередные, реже супротивные, без прилистников, простые, иногда сильно рассеченные. Часто листья сидят попарно, и один из них крупнее другого. Цветки развиваются обычно между парами листьев. Наибольшее разнообразие видов сосредоточено в Южной и Центральной Америке. К этому семейству относятся ценные пищевые и технические растения: картофель, томат, перец красный, баклажан и др. Всего в СССР встречается около 40 видов.

Род паслен (Solanum L.) представляет собой самый крупный род. Он объединяет свыше 1200 видов. К этому роду относятся многие ценные сельскохозяйственные растения (картофель, баклажан и др.).

Картофель (S. tuberosum L.) — многолетнее травянистое растение. Возделывается как однолетняя культура. Стебли прямостоячие, 3...4-гранные, часто по краям крылатые, высотой 59... 90 см, зеленые или фиолетовые. Листья простые, очередные, прерывчато непарноперисторассеченные. Обычно листовая пластинка со-

стоит из неодинаковых по форме и величине долей, долек и долечек. Характер рассеченности листовой пластинки является отличительным сортовым признаком.

Цветки правильные, 5-членные, с двойным околоцветником. Венчик сросшийся, колесовидный или 5-угольный. Окраска лепестков очень разнообразна — от белой до темно-красной. Чашечка 5-зубчатая. Тычинок 5, пыльники собраны в колонку, окружающую пестик. Пестик 1 из 2 плодолистиков. Завязь верхняя. Плод — шаровидная, 2-гнездная, многосемянная ягода, обычно зеленой окраски. Ягоды образуются на верхушке побегов. Семена мелкие, сплюснутые, желтые. Чаще самоопыляемые растения.

У картофеля на концах подземных побегов — столонов — образуются клубни, ради которых и культивируется это растение. Существует большое количество сортов картофеля (свыше 2000), они отличаются по форме, величине, окраске, химическому составу, вкусовым качествам клубней и другим признакам.

Значение картофеля огромно, клубни его используются в пищу, корм и в промышленности для получения крахмала, спирта. Зеленые ягоды ядовиты.

В дикорастущем виде картофель в СССР не встречается. Родиной дикорастущего картофеля являются горные районы Анд Центральной и Южной Америки. Отсюда картофель был завезен в XVI в. в европейские страны, а в XVIII в. при Петре I картофель появился в России.

Баклажан (S. melongena L.) — однолетнее растение с фиолетовыми цветками. Стебель мясистый, высотой 20...150 см, ветвистый. Листья овальные. Плод — крупная (10...15 см), мясистая, многосемянная ягода, овальной или округлой формы, фиолетовой, белой и красной окраски. Теплолюбивое растение. Возделывается в южных районах РСФСР, на Украине, в Молдавии, в республиках Кавказа как овощное растение, плоды используются в жареном, маринованном, сушеном виде и в виде пюре. В Европу завезен из Индии. В диком виде неизвестен.

Паслен черный (S. nigrum L.) — однолетнее травянистое растение с черными ягодами. Цветки белые. Листья простые, очередные, почти треугольные, короткочерешковые. Плод — ягода (съедобная). Широко распространен как сорняк на огородах и бахчах.

Паслен сладко-горький, или паслен красный (S. dulcamara L.), — полукустарник с лазающими стеблями. Цветки лиловые. Ягоды ярко-красные, сначала горькие, а к созреванию сладкие, ядовитые. Растет в сырых местах, по берегам водоемов.

Род томат (Lycopersicon Mill.) представлен видом томат.

Томат, или помидор (L. esculentum Mill.), — однолетнее растение, высотой 50...100 см. Стебель прямостоячий, ребристый, покрытый железистыми волосками. Цветок правильный, 5-членный, лепестки желтые. Соцветие — завиток. Плод — много-

семянная ягода различной окраски, чаще оранжевая, красная или желтая; по форме бывает округлый (рис. 234), сливовидный, вишневидный (мелкий). Плоды употребляются в пищу в сыром, маринованном и соленом виде, они содержат сахара, провитамин А, яблочную и лимонную кислоты.

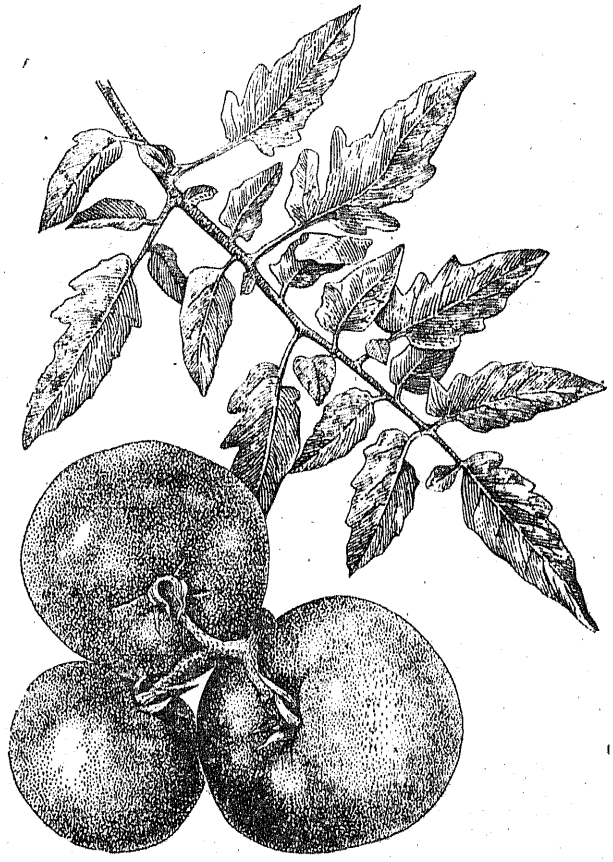


Рис. 234. Томат

Родина — субтропическая Южная Америка, где в диком виде встречаются многие и даже древовидные томаты.

Существует много сортов. Томаты были завезены впервые в Россию (в Одессу) в 1850 г. и в настоящее время широко распространены как ценный овощ по всему СССР, используются также для консервов, солений, пюре.

Род перец (Capsicum L.) представлен перцем стручковым.

Перец стручковый, или перец красный (C. mexicanum Hazenb., C. annuum L.),* — однолетнее растение высотой 25...125 см. Стебель ветвистый. Листья одиночные, яйцевидные, с острой вершиной. Цветки правильные, венчик 5...6-лепестковый, чаще белой окраски. Плод — ягода, 2...3-гнездная, многосемянная, различной формы (от длинных до шарообразных), зрелая — сухая. Используется чаще в фаршированном виде и как приправа. Родина — Мексика.

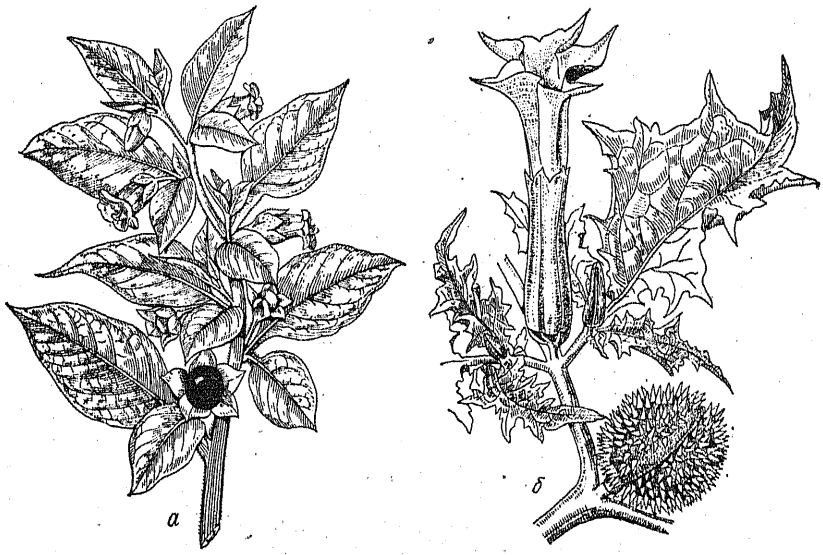


Рис. 235. Пасленовые:
а — белладонна; *б* — дурман

Род белладонна (Atropa L.) представлен красавкой.

Белладонна, красавка, или сонная одурь (A. belladonna), — многолетнее растение. Цветки одиночные, пазушные, грязно-фиолетового цвета. Плод — ягода (рис. 235) черного цвета. Все части растения ядовиты, содержат алкалоид атропин. Возделывается как лекарственное растение, экстракты используются как болеутоляющее средство. В диком виде растет на Кавказе, в Крыму, Карпатах.

Род белена (Hyoscyamus L.) представлен 11 видами, в СССР — 8, но наиболее широко распространена белена черная.

Белена черная (H. niger L.) — двулетнее ядовитое растение. Часто встречается как сорняк на плодородных почвах. Культивируется как лекарственное.

* Под названием перец известно и растение семейства перечные — перец черный (Piper nigrum). Плоды у него мелкие, костянковидные, употребляются в качестве пряной приправы.

Род дурман (Datura L.) представлен 15 видами, наибольшее распространение имеет дурман вонючий.

Дурман вонючий (D. stramonium L.) — однолетнее сорное растение, все его части ядовиты и имеют неприятный резкий запах. Встречается главным образом в районах степной зоны СССР, в горных местах, на пустырях. В медицине препараты из листьев дурмана используют как успокаивающее средство.

Род табак (Nicotiana L.) объединяет около 40 видов, в СССР распространены 3 вида.

Табак настоящий, или табак виргинский (N. tabacum L.), — однолетнее наркотическое растение. Стебель прямостоячий. Листья продолговатые, с острой верхушкой, содержат никотин. Цветки правильные, венчик сросшийся в нижней части в длинную трубочку, лепестки розовой окраски. Чашечка колокольчатая. Все растение покрыто железистыми волосками. Плод — 2-створчатая коробочка. Семена очень мелкие, темные, содержат до 35 % жирного масла. Родина — Южная Америка, где местное население издавна использовало это растение для курения. В Европу завезен в XVI в. Возделывается на Кавказе, в Крыму и др.

Махорка (N. rustica L.) в отличие от предыдущего вида имеет округлые или широкояйцевидные листья. Цветки желтозеленые с более короткой трубочкой венчика. Однолетник.

Род физалис (Physalis L.) включает около 100 видов, большинство их имеет своеобразные плоды. Для этого рода характерна сильно разросшаяся чашечка, чашелистики тонкие, сросшиеся, красного цвета. Внутри такой чашечки помещается ягода. Культивируется в Южной Америке. На Черноморском побережье Кавказа произрастает дико и как сорняк физалис обыкновенный (Ph. alkekengi L.) с огненно-красной чашечкой в виде пузыря.

Практическое значение семейства пасленовые очень велико. Картофель, томат, баклажан, красный перец и другие являются высокоценными пищевыми растениями. Как лекарственные растения разводятся белладонна, белена, дурман; как наркотики — табак, махорка. Из семян табака получают табачное масло, а из листьев махорки — лимонную кислоту. Некоторые пасленовые (табак, белладонна, петуния) возделываются с декоративными целями. Паслен, белладонна и ряд других пасленовых являются злостными сорняками.

Семейство норичниковые (Scrophulariaceae). Корни у многих представителей развиты слабо (погремок, марьянник и др.), у некоторых — хорошо, иногда образуются корневые отпрыски (льнянка). Листья обычно цельные, без прилистников, сидячие или черешковые. Расположение листьев очередное или супротивное. Соцветие колосовидное или кисть. Цветки в большинстве случаев 5-членные, неправильные, приспособленные для опыления насекомыми (рис. 236). Характерна эволюция цветка: от почти правильного, 5-членного (коровяк) к неправильному (погремок, марьянник, вероника); редукция венчика до 4 лепестков

(вероника), чашечки — до 4 чашелистиков (погремок, марьянник и др.) и андроцея — до 4 тычинок (погремок, марьянник, мытник) и до 2 тычинок (вероника). Таким образом, самый примитивный цветок в семействе норичниковые у коровяка, а самый совершенный (наиболее редуцированный) у вероники. Плод — коробочка.

Многие виды этого семейства могут питаться как паразиты или полупаразиты.

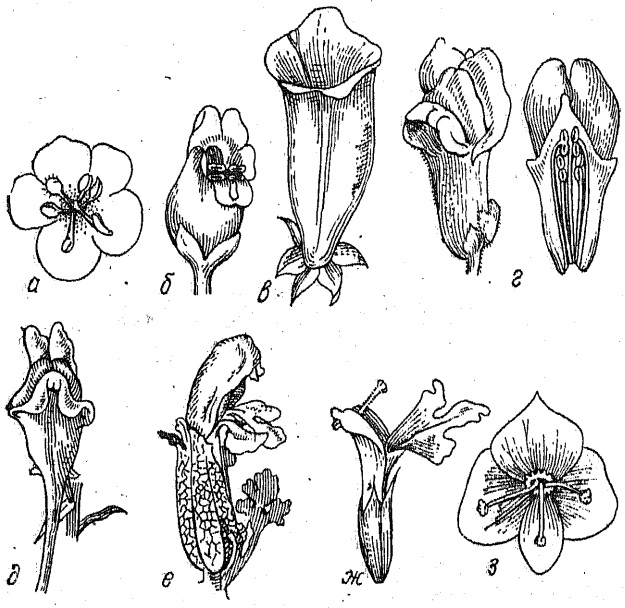


Рис. 236. Цветки норичниковых:

а — коровяк; *б* — норичник; *в* — наперстянка; *г* — львиный зев; *д* — льнянка; *е* — мытник; *ж* — очанка; *з* — вероника

Нередко у норичниковых проявляется сезонный полиморфизм: у одного и того же вида (погремок и др.) имеются весенние и осенние формы, отличающиеся по морфологическим и биологическим признакам.

Семейство объединяет свыше 2000 видов. В СССР наиболее распространены коровяк, льнянка, наперстянка, норичник, вероника, марьянник, львиный зев, погремок, очанка и др.

Род коровяк (Verbascum L.) представлен преимущественно двулетними травами, насчитывает около 240 видов.

Коровяк обыкновенный, или медвежье ухо (V. thapsus L.), растет на сухих открытых местах в степной зоне. Стебель прямостоячий, высотой 50...180 см, оканчивается длинным колосовидным соцветием. Цветки ярко-желтые, почти правильные, с двойным околоцветником пятерного типа. Пестик 1. Листья

крупные, простые, очередные, продолговато-эллиптической формы, густо опушенные ветвистыми волосками.

Род льнянка (Linaria Mill.) представлен многолетними травами. Типичный представитель — льнянка обыкновенная.

Льнянка обыкновенная (L. vulgaris Mill.) — многолетнее корнеотпрысковое травянистое растение. Цветок неправильный, 15...18 мм, нижняя губа плотно прилегает к верхней. Тычинок 4.



Рис. 237. Норичниковые:
а — наперстянка пурпуровая; *б* — погремок большой

Род львиный зев (Antirrhinum L.) представлен львиным зевом.

Львиный зев (A. majus L.) — декоративное однолетнее растение, сходное с льнянкой, но цветки более крупные. Окраска венчика разнообразная. Высота растения 20...60 см.

Род наперстянка (Digitalis L.) в СССР представлен 5 видами. Наибольшее значение имеет наперстянка пурпуровая.

Наперстянка пурпуровая (D. purpurea L.) в 1-й год жизни образует только мощную прикорневую листовую розетку, на 2-й год дает длинный стебель (до 1,5 м), который заканчивается крупной, длинной, однобокой, прямостоячей кистью (рис. 237). Цветки колокольчатые, слегка неправильные, венчик сросшийся. Все части растения ядовиты, содержат гликозиды гитален, дигитоксин и др. Возделывается как декоративное и лекарственное

растение — из листьев приготовляют настойку, регулирующую деятельность сердца.

Из рода м а р ь я н н и к (Melampyrum L.) рассмотрим типичного представителя — вид иван-да-марья.

И в а н - д а - м а р ь я (M. nemorosum L.) — дикорастущее однолетнее низкорослое растение (15...30 см). Цветки желтые или красноватые, венчик двугубый. Полупаразит, на корнях имеются присоски, которыми прекрепляется к корням главным образом древесных растений. Растет как сорняк по лесным полянам по всей нечерноземной полосе европейской части СССР.

Из рода п о г р е м о к (Rhinanthus L.) в СССР встречается около 20 видов, наибольшее распространение имеет погремок б о л ь ш о й.

П о г р е м о к б о л ь ш о й (R. major L.) — однолетнее полупаразитное растение. Цветки неправильные, двугубые, желтые, чашечка 4-зубчатая, вздутая. Листья супротивные, по краям зубчатые. Из зрелых коробочек семена высыпаются в закрытую сухую чашечку, и от порывов ветра они гремят, откуда и произошло русское название растения — погремок. Встречается на лугах. Цветет в мае — июне.

Представители семейства норичниковые имеют п р а к т и ч е с к о е з н а ч е н и е. Многие растения этого семейства являются хорошими медоносами. Большинство видов сорные и ядовитые, некоторые возделываются как лекарственные (наперстянка, коровяк) и декоративные (наперстянка, вероника, львиный зев).

С е м е й с т в о з а р а з и х о в ы е (O r o b a n c h a c e a e). Это семейство представлено преимущественно паразитами. Однолетние и многолетние растения. Цветки неправильные, двугубые, сходные по форме с цветками норичниковых, но завязь одногнездная. Венчик чаще синевато-лиловый, 5-членный. Тычинок 4, из них 2 длиннее остальных. Пестик 1. Соцветие — многоцветковый колос с 18...20 цветками. Плод — коробочка. Стебли мясистые, высотой 15...40 см, беловатые (этиолированные), снизу утолщенные. Листья видоизменены до чешуй, лишенных хлорофилла, белые или бурые. Семена очень мелкие. Заразиховые производят колоссальное количество семян. Так, например, заразиха в одной коробочке имеет до 2000...2500, а на целое растение — до 150 тыс. семян. Семена сохраняют жизнеспособность в почве в течение 8...10 лет. Семя содержит бесформенный зародыш, в котором отсутствуют семядоли и корешки. При прорастании семя дает тонкий проросток, который внедряется в корень растения-хозяина и тесно срастается с ним. В месте прикрепления паразита на корне растения-хозяина образуется утолщение в виде клубенька (почка), из которого вырастает наружу толстый цветочный стебель заразихи (рис. 238).

Род з а р а з и х а (Orobanche L.) — типичный представитель семейства. Известно свыше 120 видов, в СССР — около 40. Все виды заразихи — паразиты, живут на корнях определенных растений.

Заразиха подсолнечниковая (O. cumana Wallr.) очень часто паразитирует на корнях подсолнечника, встречается также на корнях томатов, махорки, полыни. Имеется много рас этого вида заразихи. Они приносят огромный вред посевам подсолнечника, в настоящее время в СССР селекционерами созданы сорта подсолнечника, устойчивые против заразихи.

Заразиха бахчевая, или египетская (O. aegyptica Pers.), паразитирует на корнях бахчевых. На конопле паразитирует заразиха конопле вая (O. ramosa L.).



Рис. 238. Заразиха на корнях люцерны:
1 — люцерна; *2* — цветущая часть ветви заразихи; *3* — нижняя часть растения заразихи

Порядок бурачниковцветные (Boraginales). Чаще травы, редко кустарники и деревья. Листья простые, без прилистников, очередные, супротивные. Цветки обоеполые, правильные или неправильные. Из этого порядка рассмотрим 2 семейства — бурачниковые и губоцветные.

Семейство бурачниковые (Boraginaceae). Очень большое семейство, включает до 1000 видов. Для его представителей характерно наличие жесткого опушения стеблей и листьев. Цветки чаще правильные, собранные в соцветие — завиток, ко времени созревания семян он распрямляется и приобретает вид кисти. Околоцветник двойной, 5-членный. Чашелистики и лепестки сросшиеся. Тычинок 5. Пестик 1, с головчатым рыльцем. Листья обычно очередные.

К этому семейству относятся широко распространенные в СССР окопник, незабудка, липучка, медуница, воробейник и другие роды, из которых рассмотрим представителей двух первых родов.

Окопник лекарственный (Symphytum officinale L.) — многолетнее травянистое растение. Цветки правильные, пурпуровые или фиолетовые, реже другой окраски. Листья жестковатые, нижние — черешковые, яйцевидные, верхние — сидячие,

ланцетные. Листья расположены так, что вся вода стекает к корню растения. Стебель граненый, крылатый, как и листья, шершавый из-за крупных волосков. Высота 30...90 см. Цветет с мая до августа. Растет во влажных местах — на лугах.

У окопника, как у некоторых других представителей семейства бурачниковые, цветки в конце цветения опускаются вертикально вниз, что способствует перекрестному опылению. Опыляется насекомыми.

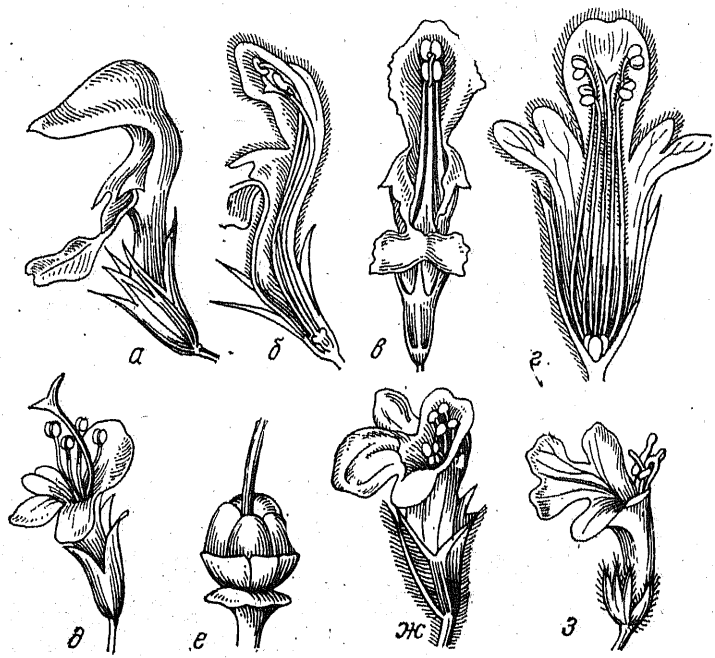


Рис. 239. Цветки губоцветных:

а — глухая крапива; *б* — то же, в продольном разрезе; *в* — то же, вид спереди; *г* — пустырник (цветок в развернутом виде); *д* — чабрец; *е* — то же, завязь с нижней частью столбика; *ж* — мелисса; *з* — живучка

Незабудка болотная (Myosotis palustris Lam.)— многолетние травы высотой 15...45 см, имеют корневище. Цветки голубые, часто в начале цветения розоватые, собранные в соцветие— завиток. Листья продолговато-ланцетные, покрытые короткими волосками. Цветет с конца мая до осени. Растет по сырым лугам, болотам и берегам рек. Возделывается как декоративное растение, имеется много сортов с различной окраской цветков.

Семейство губоцветные (Labiatae), или яснотковые (Lamiaceae). Листья простые, без прилистников, по краям зазубренные; расположены супротивно крестнакрест. Стебли 4-гранные, прямостоячие. Для губоцветных ха-

рактерны неправильные двугубые цветки; верхняя губа из 2 лепестков, нижняя — из 3, отогнута вниз. Тычинок 4, 2 передние короче задних, иногда тычинок всего 2 (шалфей). Пестик 1, с расщепленным надвое рыльцем (рис. 239). Чашечка 5-листная и часто двугубая. Цветки протерандричные — пыльники созревают раньше рыльца. Нектарники находятся вокруг основания завязи. Цветки расположены на стебле мутовчато, насекомоопыляемые. Плод дробный, распадается на 4 орешка. Обычно растения покрыты головчатыми волосками, выделяющими эфирные масла.



Рис. 240. Яснотка белая:

а — верхняя часть стебля с соцветием; *б* — орешек; *в* — цветок; *г* — диаграмма цветка; *д* — цветок в разрезе

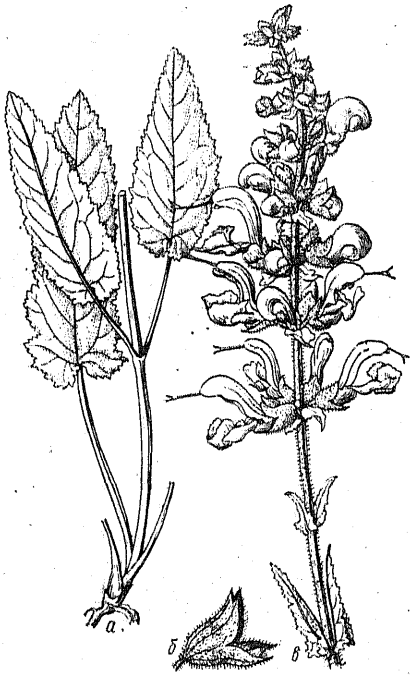


Рис. 241. Шалфей луговой:

а — нижняя часть растения; *б* — чашечка; *в* — верхняя часть стебля с соцветием

Представители семейства губоцветные в диком состоянии встречаются по всему Советскому Союзу. Семейство включает около 3600 видов. К нему относятся дикорастущие и многие культивируемые эфирномасличные растения — яснотка белая, черноголовка, шалфей мускатный, лаванда, мята перечная, перилла, базилик камфарный и др.

Род яснотка (Lamium L.) объединяет около 40 видов. Наибольшее распространение имеют яснотка белая и яснотка пурпуровая.

Яснотка белая, или глухая крапива (L. album L.), — многолетнее корневищное растение. Листья простые, сердцевидные, по краям остропильчатые, черешковые. Цветки яснодвугубые, собраны мутовками в пазухах листьев (рис. 240). Венчик белый. Листья внешне похожи на листья крапивы жгучей *,

* Крапива жгучая относится к другому семейству — крапивные.

но не имеют жгучих волосков, откуда и народное название «глухая крапива». Широко распространенное в садах и огородах сорное растение.

Яснотка пурпуровая (L. purpureum L.)—вид, близкий к предыдущему, но с пурпуровыми цветками. Однолетник.

Из рода шалфей (Salvia L.) в СССР произрастает 75 видов.

Шалфей луговой (S. pratensis L.) имеет двугубый синий венчик. Тычинок 2, пестик 1, с длинным столбиком и раздвоенным рыльцем (рис. 241). Опыляется насекомыми. Стебель сильно опушен. Растет главным образом в степной зоне.

Близок к этому виду шалфей лекарственный (S. officinalis L.). Полукустарничек. Отвары листьев употребляются в медицине в качестве мягчительного средства.

В южных районах Крыма, на Кавказе возделывается шалфей мускатный (S. sclarea L.) — многолетнее растение с высоким содержанием эфирного масла.

За последние годы в СССР стали широко разводить в качестве декоративного растения шалфей шарлахово-красный (S. sclarea L.), обильно цветущий с июля до поздней осени.

Род мята (Mentha L.) представлен 2 видами.

Мята полевая (M. arvensis L.) — многолетнее низкорослое растение (15...40 см). Стебель чаще ветвистый. Венчик почти правильный. Все части растения имеют приятный мятный запах благодаря наличию эфирных масел. Растет на сырых лугах, в лесах.

В культуре возделывается другой вид мяты — мята перечная (M. piperita L.). Эфирное масло ее находит применение в парфюмерии и медицине.

Из рода чабрец, тимьян (Thymus L.), рассмотрим один вид — чабрец обыкновенный.

Чабрец обыкновенный, или богородская трава (T. serpyllum L.), — многолетнее травянистое растение со стелющимися стеблями, высотой 5...20 см. Листья мелкие, округлые. Цветки мелкие, чаще красные или розовые, собраны в мутовки, с сильным запахом. Растет на сухих местах.

Из рода пикульник (Galeopsis L.) рассмотрим пикульник красивый.

Пикульник красивый, или зябра (G. speciosa Mill.), является сорным однолетним высокорослым растением, высотой до 150 см. Стебель прямостоячий, ветвистый, 4-гранный, сильно опушенный. Листья удлиненно-яйцевидные, по краям острозубчатые. Цветки двугубые, желтые, с фиолетовым пятном на нижней губе. Засоряет посевы хлебных злаков, встречается повсюду в средней полосе СССР.

Род перилла, или судза (Perilla L.), представлен одним видом — перилла масличная.

Перилла масличная, судза (P. ocymoides L.),— однолетнее растение; стебли ветвистые. Листья широкоовальные. Цветки мелкие, белые. Плод — 3-гранный орешек. Семена содержат

35...52% очень ценного быстро высыхающего масла. Возделывается на Дальнем Востоке и Украине.

Род л я л л е м а н ц и я (Lallemantia Fisch. et Mey.) представлен растениями с сильноветвистым стеблем. Листья почти сидячие. Плоды содержат до 40% масла.

Л я л л е м а н ц и я м а с л и ч н а я [L. iberica (Stev.) Fisch. et Mey.] — однолетнее растение. Цветки двугубые, собраны в ложные мутовки. Плод — орешек. Семена мелкие, содержат много (23...37%) высыхающего масла. Возделывается на юге РСФСР.

Представители семейства губоцветные имеют п р а к т и ч е с к о е з н а ч е н и е. Многие губоцветные возделываются как ценные эфирномасличные растения (мята перечная, шалфей мускатный, лаванда и др.) и широко используются для изготовления духов, одеколона, зубной пасты. Применяются губоцветные и в медицине— чабрец, шалфей лекарственный, душица, пустырник. Лаванда и перилла культивируются на юге СССР для получения технического быстро высыхающего масла. Некоторые виды используются как декоративные.

П о р я д о к м а к о ц в е т н ы е (R h o e a d a l e s). Этот порядок близок в родственном отношении к порядку многоплодниковые, с которым его сближает строение цветка с большим количеством тычинок (у представителей семейства маковые). Преимущественно травянистые растения с простыми, сильно рассеченными листьями, без прилистников. Цветки правильные, реже неправильные, обоеполые, одиночные или собранные в соцветия — кисть, зонтик. Околоцветник двойной, чашелистики и лепестки часто быстро опадают. Чашелистиков, лепестков обычно 2...4, реже 3. Пестик 1. Тычинок много и несколько. Завязь верхняя. Плод — коробочка, стручок, стручочек, иногда орешек.

Порядок объединяет 7 семейств, из них рассмотрим маковые и крестоцветные.

С е м е й с т в о м а к о в ы е (P a p a v e r a c e a e). Растения травянистые, однолетние и многолетние, с простыми перисторассеченными листьями. Цветки правильные, реже неправильные, одиночные или собранные в соцветие — кисть, простой зонтик. Околоцветник двойной. Чашечка из 2 чашелистиков, которые во время распускания цветка отделяются своими основаниями от цветоложа и опадают. Лепестков 4, редко 6, они расположены супротивными парами и также быстро опадают. Тычинок обычно много, редко 4 или 2. Пестик 1, образован большим количеством плодолистиков, они срастаются в одну верхнюю завязь с неполными перегородками. Рыльце сидячее, сохраняется после созревания плодов, плоское, многолучевое — по количеству плодолистиков. Плод — коробочка, одногнездная или многогнездная, с неполными перегородками. Все части растения содержат млечный сок.

К семейству маковые относятся мак, чистотел и др.

Род м а к (Papaver L.) содержит около 50 видов, среди них известны дикорастущие и культурные.

Мак снотворный (P. somniferum L.) — однолетнее травянистое растение. Околоцветник двойной (рис. 242). Венчик раздельнолепестный. Лепестков обычно 4, у культурных сортов цветки часто махровые. Нектара в цветках не образуется. Семена мелкие, различной окраски (белые, серые, почти черные, желтые, коричневые), содержат большое количество масла — 45...50%, около 20% белка и больше 18% углеводов. В дикорастущем состоянии этот вид мака неизвестен.

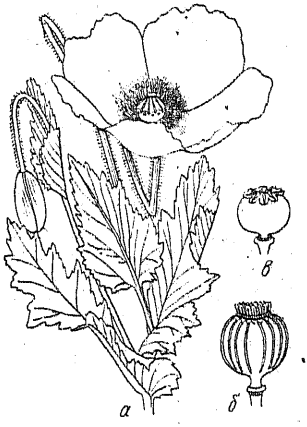


Рис 242. Мак снотворный:
а — верхняя часть ветви с цветком и бутоном; *б* — зрелая коробочка; *в* — зеленая коробочка

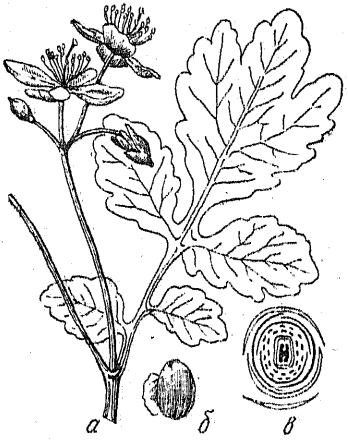


Рис. 243. Чистотел большой:
а — верхняя часть ветви с цветками и бутонами; *б* — семя с мясистым выростом; *в* — диаграмма цветка

В зависимости от способов использования мак культурный подразделяют на мак масличный и мак опийный. Мак масличный возделывается в степной зоне для получения масличных семян. Коробочки мака опийного в зеленом незрелом виде содержат большое количество белого млечного сока (латекс), ради которого этот мак и возделывается. Млечный сок при вытекании сгущается. Сгустившийся сок представляет собой опий, применяемый в медицине как болеутоляющее и снотворное средство.

Мак-самосейка, или мачок (P. rhoeas L.), — однолетнее низкорослое растение (30...50 см), все растение сильноопушенное. Цветки правильные, ярко-красной окраски. Семена легко выбрасываются из коробочки при раскачивании ее ветром. Возделывается как декоративное растение.

В качестве декоративного растения возделывается мак многолетний, или восточный (P. orientale L.), с крупными оранжевыми и красными цветками. Чашечка опадающая, из 3...4 чашелистиков. Особенно большое разнообразие мака встречается на Кавказе.

Род чистотел (Chelidonium L.) представлен в СССР одним видом.

Чистотел большой (Ch. majus L.) — многолетнее травянистое растение с оранжевым очень ядовитым млечным соком. Листья снизу сизоватые, глубокоперистораздельные, с округлыми или яйцевидными, извилисто-лопастными или надрезанно-городчатыми долями. Цветки на длинных цветоносах (рис. 243). Плод — стручковидная коробочка, раскрывающаяся по всей длине и не имеющая внутренней перегородки. Такой плод сближает семейство маковые с семейством крестоцветные, у которых плод — стручок. Используется как лекарственное для лечения некоторых накожных заболеваний, соком чистотела выводят бородавки.

Наибольшее практическое значение имеет мак, который возделывается для получения опия, содержащего свыше 20 алкалоидов (морфин, кодеин, папаверин и др.) и используемого в медицине для приготовления болеутоляющих препаратов. В ряде капиталистических стран опий употребляется как сильнодействующий наркотик. Из семян мака получают ценное пищевое и техническое масло. Представители этого семейства часто выращиваются в качестве декоративных растений.

Семейство крестоцветные (Cruciferae), или капустные (Brassicaceae). Преимущественно травы — однолетние, двулетние, многолетние, очень редко полукустарники. Цветки правильные, обоеполые. Околоцветник двойной. Венчик из 4 свободных лепестков белого, желтого, фиолетового цвета. Чашечка из 4 чашелистиков. Лепестки и чашелистики расположены крест-накрест, отсюда и русское название семейства. Тычинок 6, из них 2 наружные короче 4 внутренних. Пестик 1 из 2 плодолистиков, рыльце головчатое, завязь верхняя, двугнездная. Нектарники расположены у основания тычинок. Цветки в кистях, которые часто собраны в метелки. Насекомоопыляемые, редко самоопыляемые растения. Плод — стручок или стручочек, редко орешек. Форма и строение плодов имеют систематическое значение. Стручки бывают длинные, гладкие и четковидные; носик стручка клювовидный, шиловидный, конический. Створки стручка раскрываются снизу вверх (рис. 244). Семена без эндосперма, содержат много масла, а часто и гликозиды. Листья простые, очередные, цельные, раздельные или рассеченные, без прилистников, часто образуют прикорневую розетку. Корневая система стержневая, у многих растений образуются корнеплоды.

Семейство включает около 3000 видов, объединяемых в 350 родов. В СССР встречается около 750 видов. Для семейства характерно единообразие в строении цветка, а также и вегетативных органов растений, что создает затруднения при определении видов. Поэтому в систематике этого семейства широко используются такие признаки, как форма плодов, строение зародыша семени, анатомическое строение органов и др.

Род капуста (Brassica L.) объединяет несколько видов.

Капуста листовая (B. subspontanea) кочанов не образует, а имеет высокий (80...150 см), толстый, мясистый стебель (кочерыгу), покрытый большим количеством крупных, очередных, мясистых листьев, которые сохраняют жизнеспособность при температуре до —10° С. Двулетнее растение. Используется на корм. Капуста листовая наиболее близка к дикорастущим формам капусты.

К этому виду относится капуста брюссельская. У нее вместо одного большого кочана появляется во 2-й год жизни длинный (50...70 см), толстый, мясистый стебель, на котором образуются в большом количестве мелкие (с грецкий орех и крупнее) кочанчики (рис. 245); они и употребляются в пищу.

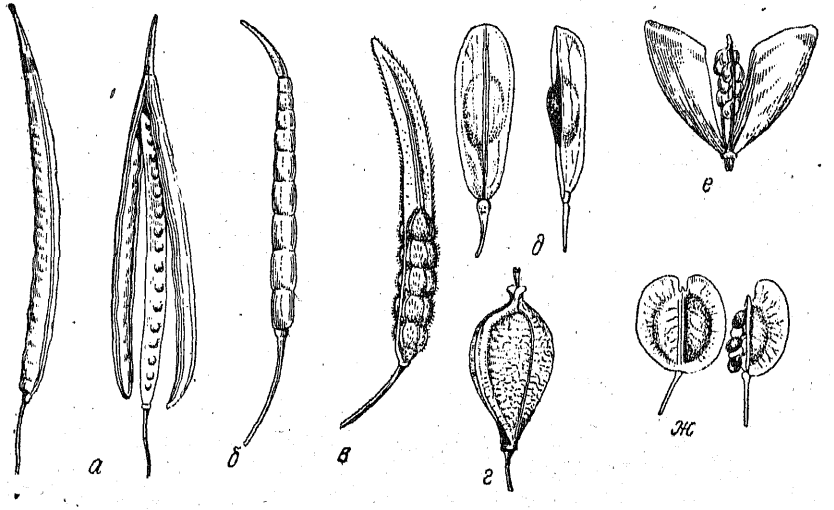


Рис. 244. Плоды (стручки и стручочки) крестоцветных:

а — капуста (незрелый и зрелый плоды); *б* — редька дикая; *в* — горчица белая; *г* — рыжик посевной; *д* — вайда красильная; *е* — пастушья сумка; *ж* — ярутка посевная

Кольраби (B. caulorapa) — своеобразный вид капусты. У кольраби стебель сильно разрастается в ширину и образует вместо кочана надземное шарообразное утолщение. По вкусу кольраби сходна с кочерыгой обычной капусты.

Капуста цветная (B. cauliflora) имеет вместо кочана головку, состоящую из большого количества мясистых коротких побегов с зачатками бутонов.

Капуста кочанная (B. capitata) является двулетним растением. В 1-й год образует гигантскую верхушечную почку — кочан. Внутренняя часть кочана представлена мясистым укороченным стеблем (кочерыга). На 2-й год из высаженной кочерыги развивается цветущий прямостоячий ветвистый стебель, высотой 100...150 см (рис. 246). В зависимости от окраски листьев капуста кочанная бывает представлена белокочанными и краснокочанными

сортами. В диком виде произрастает как многолетник по берегам Ла-Манша.

Все виды капусты насекомоопыляемые и легко переопыляются между собой.

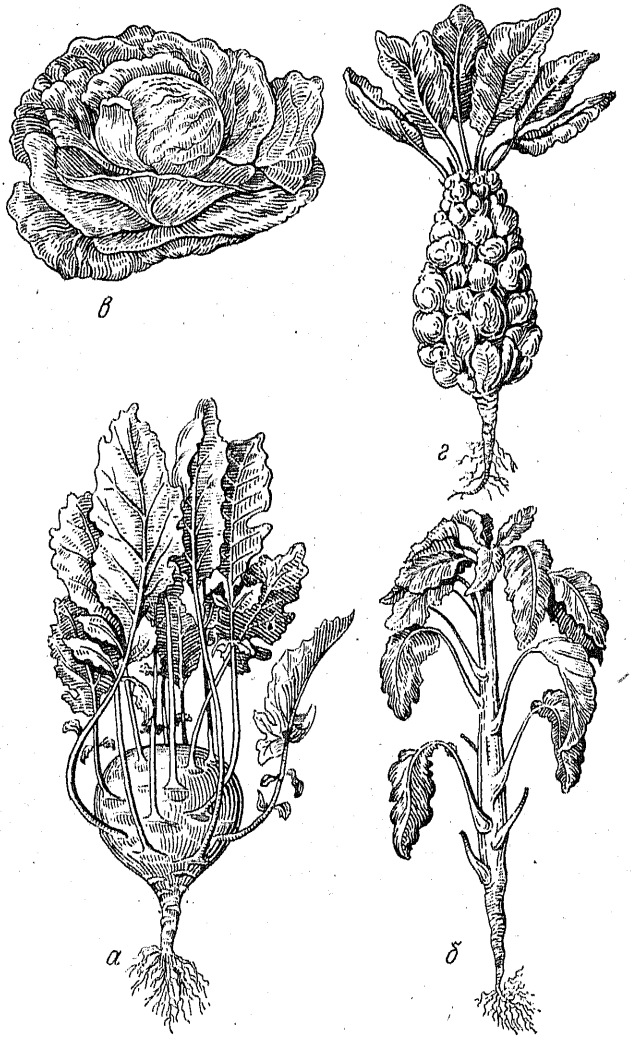


Рис. 245. Капуста:

а — кольраби; *б* — листовая кормовая; *в* — кочанная; *г* — брюссельская

К роду капуста относятся репа, турнепс, или кормовая репа, брюква, рапс, горчица сарептская, капуста полевая, иногда называемая сурепицей.

Род с у р е п к а (Barbarea R. Br.) объединяет несколько видов— сурепка обыкновенная, сурепка дуговидная, сурепка прямая.

С у р е п к а о б ы к н о в е н н а я (B. vulgaris R. Br.) — широко распространенное сорное растение, двулетнее или многолетнее, способное образовывать корневые отпрыски.

С у р е п к а д у г о в и д н а я (B. arcuata Reichb.) — вид, весьма сходный с сурепкой обыкновенной, отличается от нее более рыхлыми кистями и дугообразно изогнутыми стручками. Некоторые авторы считают, что сурепка дуговидная встречается чаще, чем сурепка обыкновенная, однако ряд систематиков рассматривают эти виды как синонимы.

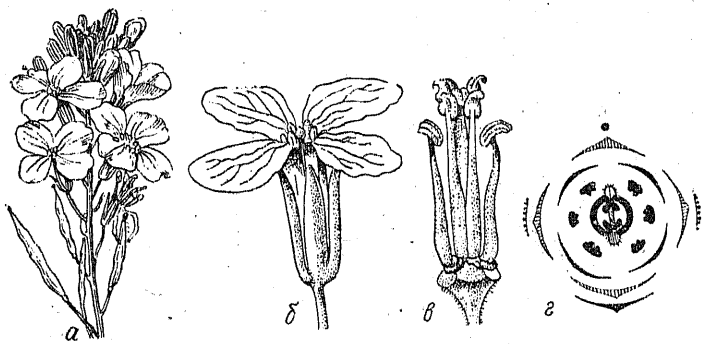


Рис. 246. Капуста кочанная:

а — соцветие с цветками и плодами; *б* — цветок; *в* — андроцей и гинецей; *г* — диаграмма цветка

С у р е п к а п р я м а я (B. stricta Andrz.) отличается прямостоячими стручками, прижатыми к оси соцветия.

Род с в е р б и г а (Bunias L.) включает 1 вид.

С в е р б и г а в о с т о ч н а я (B. orientalis L.) — двулетнее и многолетнее сорное растение, высотой 70...120 см. Цветки желтые. Для этого растения характерно наличие на стебле острых мелких бородавочек, которые создают шероховатость. Листья покрыты жесткими волосками. Нижние листья крупные, струговидные, верхние — узкие, ланцетные. Плод — ореховидный стручочек на длинной ножке. Цветет в средней полосе с середины мая — в июне. Встречается повсеместно — на полях, лугах, на возвышенных сухих местах.

Род р е д ь к а (Raphanus L.) объединяет дикорастущие и культурные формы.

Р е д ь к а д и к а я (R. raphanistrum L.) — однолетний злостный низкорослый (30...50 см) сорняк. Цветки беловато-желтые. Плод — длинный четковидный стручок с длинным носиком, распадающийся на отдельные членики. Главный корень слабо утолщен. Цветет с мая до сентября. В европейской части СССР обитает повсюду.

К этому роду относятся редька культурная, или посевная (R. sativus L.), и редис культурный (R. sativus var. minor), которые имеют корнеплоды различной формы, величины и окраски в зависимости от сорта. Растения двулетние.

Род горчица (Sinapis L.) объединяет однолетники, дикорастущие и культурные. Стручки с длинным мечевидным или округло-4-гранным носиком.

Горчица полевая (S. arvensis L.) — однолетний злостный сорняк, высотой 80...100 см. Цветки желтые. Стебли и листья покрыты жесткими волосками. Нижние листья неравнозубчатые, на коротких черешках; верхние — сидячие, продолговатые, иногда у основания с 1...2 зубцами. Плод — стручок, неравнобугорчатый, с 3 выдающимися жилками. Семена легко осыпаются и сохраняют в почве всхожесть до 10 лет. Цветет в июне — сентябре, на полях, вдоль дорог.

В практике сельского хозяйства возделывается как масличная культура горчица белая (S. alba L.). Из семян горчицы отжимают горчичное масло, а отходы — жмыхи — перемалывают на сухую горчицу, которую употребляют в пищу и для приготовления горчичников.

Из рода рыжик (Camelina Crantz) в СССР растет 8 видов. Наиболее распространен рыжик посевной.

Рыжик посевной [C. sativa (L.) Crantz] — однолетнее и озимое растение, высотой 30...60 см. Цветки золотисто-желтые. Плоды — стручочки грушевидной формы с коротким носиком. Возделывается в южных районах как масличное. Часто сорное, засоряет посевы яровых и озимых культур.

Род неслия (Neslia Desv.) включает однолетние травы.

Неслия метельчатая [N. paniculata (L.) Desv.] имеет очередные, сидячие листья. Цветки желтые. Соцветие — кисть. Плод — стручочек, нераскрывающийся, орешковидный.

Представители рода сумочник (Capsella Med.) растут по всему земному шару. Типичный представитель — пастушья сумка.

Пастушья сумка [C. bursa-pastoris (L.) Med.] — однолетнее яровое или озимое низкорослое растение, с тонкими стеблями и прикорневыми разрезными листьями. Цветки белые. Плод — стручочек, обратнотреугольной формы. Растет повсюду, сорно-полевое.

Характерным представителем рода ярутка (Thlaspi L.) является ярутка полевая.

Ярутка полевая (T. arvense L.) — однолетнее зимующее сорное растение. Цветки белые. Плод — стручочек, плоско-округлой формы.

Род левкой (Matthiola R. Br.) включает однолетние, двулетние и многолетние растения высотой 20...80 см. Листья ланцетные, очередные, без черешков, часто сильноопушенные. Венчик различной окраски — белой, розовой, фиолетовой, очень душистый.

Типичный представитель — левкой однолетний (M. annua Sweet) — декоративное растение.

Род хрен (Armoracia Gaerth., Mey. et Scherb.) объединяет многолетние травянистые растения. В СССР распространен хрен обыкновенный.

Хрен обыкновенный [A. rusticana (Lam.) Gaertn., Mey. et Sherb.] — растение с прямым ветвистым стеблем. Листья крупные, продолговатые. Цветки мелкие, белые, собранные в кисти. Плод — стручок. Корни толстые, мясистые, ветвистые, горькие. Растет как сорняк на огородах и специально возделывается для изготовления приправ.

Представители семейства крестоцветные имеют практическое значение. Многие являются ценными овощными культурами со съедобными листьями или корнями (корнеплодами) — капуста, редис, редька, хрен, брюква, репа, турнепс. Часто крестоцветные содержат в семенах высокий процент масла и разводятся в качестве масличных культур — рыжик, горчица, рапс. Масло крестоцветных используется в пищу, для мыловарения и для смазки машин. Некоторые виды крестоцветных содержат глюкозиды и используются в медицине (горчица, желтушник). Среди крестоцветных встречаются и декоративные растения — левкой, вечерница (ночная фиалка), желтушник и др. Большинство крестоцветных — хорошие медоносы.

Крестоцветные широко распространены и как злостные сорные растения (сурепка, пастушья сумка, редька, горчица, желтушник, ярутка и др.).

Иногда сорные травы семейства крестоцветные продолжительное время сплошь покрывают летом поля. Обычно эта засоренность приписывается сурепке. На самом же деле сильная засоренность полей крестоцветными сорняками является результатом смены одного вида семейства крестоцветные другими, растущими на этом же поле, все они имеют желтые цветки, но цветут в разное время. Например, в средней полосе Советского Союза сурепка цветет в конце апреля — в мае, свербига — в середине мая — июне, горчица полевая — в мае — сентябре, дикая редька — в июле — сентябре.

Сорные крестоцветные в большинстве случаев однолетние растения, способные образовывать огромное количество семян. Так, например, 1 растение пастушьей сумки образует от 2 до 70 тыс., а гулявник — от 6 до 770 тыс. семян. При такой колоссальной продукции семян, которые к тому же сохраняют в почве всхожесть в течение нескольких лет, происходит очень сильное засорение полей. Некоторые представители сорных растений отличаются исключительной скороспелостью, а поэтому способны давать в лето 2 урожая семян (пастушья сумка). Другие сорно-полевые растения из этого семейства, как например сурепка, имеют однолетние, двулетние и многолетние формы, могут размножаться и семенами, и корневыми отпрысками

Порядок тыквенноцветные (Cucurbitales). Цветки правильные, сростнолепестные, однополые, завязь нижняя. Эволюция цветка шла по линии срастания лепестков венчика. Для этого порядка характерно срастание тычинок всех вместе или попарно, а также образование однополых цветков. Характерным представителем данного порядка является семейство тыквенные.

Семейство тыквенные (Cucurbitaceae). Преимущественно травянистые однолетние лианы. Стебли стелющиеся, лазающие при помощи усиков стеблевого происхождения. Усики простые или ветвистые, выходят из пазух листьев (рис. 247). Листья

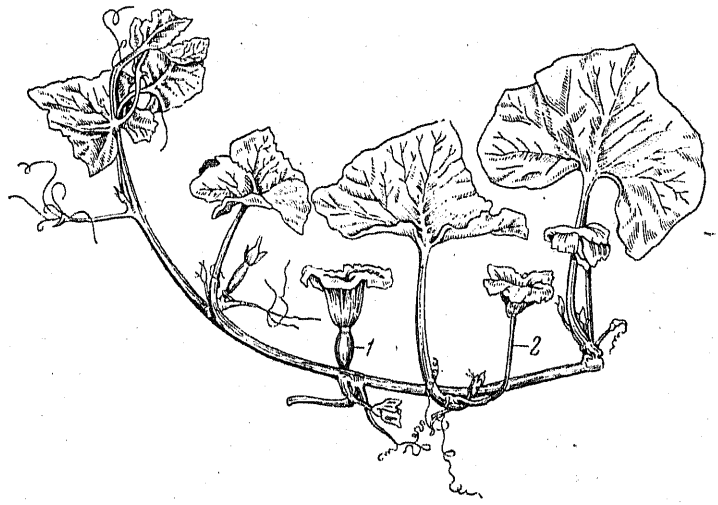


Рис. 247. Верхняя часть ветви тыквы:
1 — пестичный цветок; *2* — тычиночный цветок

простые, очередные, без прилистников, часто раздельные или лопастные. Цветки крупные, раздельнополые, правильные, одиночные, редко в небольших соцветиях. Околоцветник двойной. Венчик из 5 лепестков, почти спайнолепестный, с 5-лопастным отгибом. Мужские цветки (в обиходе называются пустоцветом) имеют 5 тычинок, которые срастаются нитями (рис. 248). Женские цветки имеют 1 пестик из 3 плодолистиков, завязь нижняя, 3-гнездная, столбик короткий, рыльце 3-лопастное. Чашечка 5-зубчатая. Плод ложный, ягодообразный, часто называемый тыквиной; наружный слой околоплодника твердый, внутренний — мясистый, сочный.

Семейство включает около 750 видов, объединяемых в 90 родов. Наибольшее разнообразие тыквенных сосредоточено в районе Средиземноморья и в Южной Африке.

Род тыква (Cucurbita L.) объединяет несколько видов дикорастущих и культурных растений.

Тыква крупноплодная (C. maxima Duch.) имеет ползучие, полые, очень длинные стебли (плети), усики ветвистые. Листья крупные, 5...7-лопастные, покрытые жесткими волосками, на длинных черешках. Цветки однополые, крупные, колокольчиковидные, спайнолепестные, правильные, пятерного типа, обычно желтого цвета. Плод — тыквина различной формы и величины (до 85 кг). Мякоть чаще желтая. Семена крупные, содержат много масла. В пищу употребляется в вареном и пареном виде. Родина — Южная Америка (Перу, Боливия).

Кабачки (C. pepo L.) имеют вытянутые, округло-овальные плоды. В отличие от тыквы растениям кабачков чаще свойственна кустовая форма, плетей они не образуют. Иногда кабачки называют кустовой тыквой. К кабачкам относятся также патиссоны — тыквы с мелкими плоско-округлыми плодами.

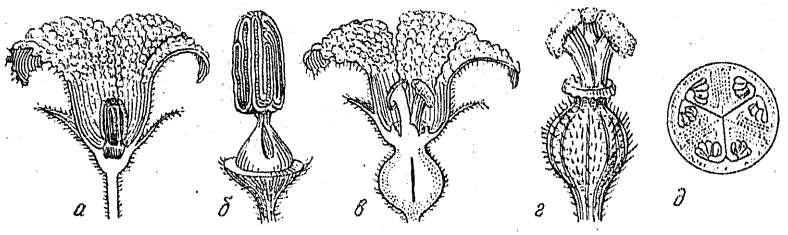


Рис. 248. Тыква крупноплодная:

а — тычиночный цветок в разрезе; *б* — андроцей; *в* — пестичный цветок в разрезе; *г* — пестик; *д* — поперечный разрез завязи

Род горлянка, посудная тыква (Lagenaria Ser.) представлен одним видом. В диком состоянии растет в тропиках.

Горлянка обыкновенная (L. vulgaris Ser.) — однолетнее стелющееся растение. Листья округло-сердцевидные, слаболопастные. Цветки крупные. Плоды разнообразной формы: бутылковидные, шаровидные, цилиндрические и др. Околоплодник при созревании деревенеет, и поэтому после удаления мякоти высушенные плоды могут быть использованы в качестве посуды. Родина — Южная Азия.

Род люффа (Luffa Adans.) в тропиках представлен 20 видами. В культуре наиболее распространена люффа цилиндрическая.

Люффа цилиндрическая [L. cylindrica (L.) Roem.] — однолетнее растение с лазающим стеблем. Листья 4...7-лопастные. Цветки желтые, крупные. Плоды длинные (15...100 см), цилиндрические, внешне сходные с кабачками; молодые плоды съедобны. Мякоть их пронизана густой сетью прочных, жестких, проводящих пучков. После удаления околоплодника и мякоти плоды используются в качестве мочалок; из них шьют головные уборы. Возделывается на Кавказе и в Средней Азии.

Род огурец (Cucumis L.) объединяет несколько видов.

Огурец посевной (C. sativus L.) — однолетнее растение с лежачими и цепляющимися, способными укореняться стеблями. Листья 5-лопастные. Усики простые. Цветки раздельнополые. Женские цветки одиночные, мужские (пустоцветы), собраны в щитки (пучки), которые сидят в пазухах листьев. Лепестки желтые. Насекомоопыляемое растение. Имеется очень много сортов. Плоды тепличных сортов огурцов достигают длины 30...60 см. В диком состоянии огурец произрастает в Индии.

Род дыня (Melo Adans.) объединяет однолетние растения с тонким цепляющимся стеблем, покрытым жесткими волосками. Листья очередные, на длинных черешках, в пазухах их длинные усики. Цветки раздельнополые, встречаются обоеполые. Плод — ложная ягода, очень разнообразная по форме, величине, вкусовым качествам. Родина — Малая Азия, где дыни возделывались за 4000 лет до н. э. Имеется много сортов.

Из рода арбуз (Citrullus Forsk.) рассмотрим один вид арбуз столовый.

Арбуз столовый, или съедобный (C. vulgaris Shrad.), имеет цветок, типичный для тыквенных, окраска его светло-желтая. Листья глубоко 3...5-раздельные. Плоды чаще шаровидные, с сочной, сладкой мякотью. Достигает больших размеров (10...20 кг). Мякоть плодов различная по окраске — розовая, красная, желтая, белая. Плоды содержат до 84...94% воды, 6...11% сахара. Засухоустойчивое растение. В диком виде растет в пустыне Калахари. Дикорастущие арбузы горьки и несъедобны. Лучшие сорта арбузов возделываются в СССР.

Род бриония, или переступень (Bryonia L.), представлен многолетними травами с лазающими стеблями, снабженными усиками. Цветки однополые. Плод — ягода. Используется как лекарственное и декоративное растение. В СССР растет 2 вида: бриония белая (B. alba L.), плоды — черные ягоды; бриония двудомная (B. dioica Jacq.), плоды — красные ягоды.

Род бешеный огурец [Eckballium elaterium (L.) A. Rich.] представлен многолетними низкорослыми травянистыми растениями. Плоды продолговатые, в зрелом состоянии отскакивают от плодоножки, и из образовавшегося отверстия с силой выбрасывается на расстояние до 15 м черная горькая жидкость с семенами. Растет по берегам Черного и Каспийского морей на сухих местах.

Представители семейства тыквенные имеют практическое значение. В это семейство входят как называемые бахчевые культуры — арбуз, дыня, тыква, плоды которых употребляются в пищу в свежем и соленом виде. Из мякоти арбуза изготовляют повидло, арбузный мед, цукаты. Имеются кормовые сорта арбуза и тыквы, они высокоурожайные, но содержат меньше сахаров. Наиболее распространенной овощной культурой являются огурцы. Семена тыквы содержат до 40% масла и используются в маслодельной промышленности. Тыквенные — хорошие медоносы.

Порядок колокольчикоцветные (Campanulales). Древесные, кустарниковые, полукустарниковые и травянистые растения, в СССР главным образом травянистые. Для этого порядка характерно наличие у многих представителей млечного сока, содержащего инулин. Цветки правильные, обычно со спайнолепестным колокольчатым венчиком, 4-круговые, 5-членные. Насекомоопыляемые растения, самоопыление — явление очень редкое. Плод — многосемянная коробочка или ягода.

Порядок объединяет 5 семейств, из которых в СССР встречается преимущественно семейство колокольчиковые, а также близкое к нему семейство лобелиевые (Lobeliaceae), которое в отличие от колокольчиковых имеет неправильные цветки (лобелия Дортманна — Lobelia dortmanna L.).

Другие семейства порядка колокольчикоцветные сосредоточены главным образом в тропиках.

Семейство колокольчиковые (Campanulaceae). В СССР это семейство представлено преимущественно травянистыми растениями. Листья простые, очередные, без прилистников. Цветки правильные, обоеполые, 5-членные, имеют форму колокольчика. Пестик 1, с 2...5-раздельным рыльцем. Околоцветник двойной. Венчик голубой, синей и другой окраски. Чашечка 5-раздельная. Характерно срастание тычинок пыльниками в одну трубку. Завязь нижняя. Соцветие — чаще кисть. Плод — коробочка, открывающаяся дырочками на верхушке. По происхождению семейство считается молодым, филогенетически близким к семейству сложноцветные. Энтомофильные растения. Объединяет около 70 родов (1200 видов), из которых наиболее типичным является род колокольчик.

Род колокольчик (Campanula L.) объединяет около 250 видов, в СССР особенно много видов встречается на Кавказе. Цветки крупные, правильные, колокольчатые. Листья очередные, чаще верхние — узколанцетные, сидячие; нижние — черешковые, округлые.

Колокольчик рапунцелевидный (C. rapunculoides L.) имеет поникшие цветки, собранные в односторонюю кисть. Хорошо развиты корневища. Дикорастущее и декоративное культурное растение.

Колокольчик раскидистый (C. patula L.) имеет угловато-ребристый стебель высотой 30...60 см. Нижние листья продолговато-лопатчатые, суженные в черешок; остальные — ланцетные или ланцетно-линейные, сидячие. Цветки собраны в раскидистую щитовидную метелку.

Колокольчик круглолистный (C. rotundifolia L.) — растение большей частью многостебельное, высотой 15...50 см. Прикорневые листья сердцевидно-яйцевидные или почковидно-округлые, с длинным черешком, нижние стеблевые листья большей частью сидячие, ланцетные; верхние — ланцетные (рис. 249). Цветки в редкой метелке. Плод — поникшая коробочка, вскрывается дырочками у основания.

Представители семейства колокольчиковые имеют главным образом декоративное значение, ради чего и возделываются. Некоторые виды являются лекарственными растениями.

Порядок сложноцветные (Compositales), или астроцветные (Asterales). Этот порядок является среди двудольных наиболее молодым и высокоорганизованным, его представители не имеют древних — примитивных — признаков. Этот порядок как более молодой эволюционно занимает обычно вершину основного ствола родословного древа филогенетической системы покрытосеменных. Происхождение сложноцветных остается до сих пор еще неясным.

По сходству строения цветка (наличию сростнолепестности, срастанию тычинок), а также по присутствию инулина и млечного сока этот порядок очень сходен с тыквенноцветными и особенно колокольчикоцветными.

В порядок сложноцветные входит всего 1, но очень большое семейство — сложноцветные.



Рис. 249. Колокольчик круглолистный:

1 — нижняя часть растения с округлыми прикорневыми листьями; *2* — верхняя часть растения с ланцетными стеблевыми листьями

Семейство сложноцветные (Compositae), или астровые (Asteraceae). Это самое обширное семейство на земном шаре, оно объединяет около 25 тыс. видов, т. е. $^1/_{10}$ всех видов цветковых растений. Наиболее характерной особенностью этого семейства является наличие различных приспособлений, повышающих энергию размножения, распространения плодов и способствующих приспособлению видов к жизни в разнообразных климатических условиях. Представители этого семейства произрастают почти во всех зонах земного шара.

Сложноцветные имеют характерное соцветие — корзинку, когда на блюдцевидном, чашевидном или конусовидном цветоложе сидят многочисленные тесно скученные мелкие цветки. Внешне соцветие корзинка представляет собой как бы один крупный «сложный цветок» (отсюда название семейства «сложноцветные»). Сходство

корзинок с отдельным цветком усиливается тем, что они всегда имеют снизу обертку из листочков, которая внешне напоминает чашечку цветка. У некоторых представителей этого семейства корзинки собраны в сложные зонтиковидные или метелковидные соцветия (пижма, полынь). Цветков в одной корзинке может быть очень много (подсолнечник, бодяк и др.), и в то же время существуют виды растений с ограниченным количеством цветков в корзинках (тысячелистник), а у мордовника корзинки даже одноцветковые, но собраны в сложное соцветие в виде шаровидной головки.

Цветки мелкие, 5-членные, сростнолепестные, правильные или неправильные, чаще обоеполые, но нередко однополые и бесполые. Вместо чашелистиков у большинства сложноцветных развиваются волоски, которые образуют хохолок различной формы и величины. Хохолок обычно сохраняется при плодах и играет большую роль в их распространении. Тычинок 5, сросшихся пыльниками вокруг столбика, что является характерным признаком семейства. Пестик 1, из 2 плодолистиков, с нижней завязью, 2-раздельным рыльцем и длинным столбиком.

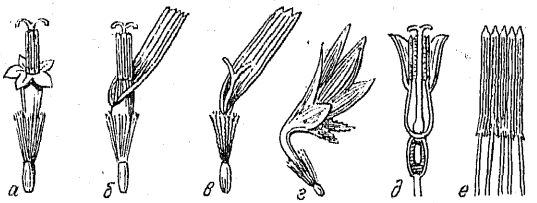


Рис. 250. Цветки сложноцветных:

а — трубчатый; *б* — язычковый; *в* — ложноязычковый; *г* — воронковидный; *д* — продольный разрез трубчатого цветка; *е* — андроцей

У сложноцветных экономия материала на построение цветка доведена до высшего предела; в этом направлении и шла эволюция цветка у покрытосеменных растений.

У сложноцветных различают 4 типа цветков: трубчатые, язычковые, ложноязычковые и воронковидные (рис. 250).

Трубчатые цветки правильные, 5-лепестковые. Лепестки срастаются в короткую трубочку, вверху 5-зубчатую (серединные цветки подсолнечника, ромашки и др.). Трубчатые цветки являются обоеполыми и выполняют функцию плодоношения.

Язычковые, или истинно язычковые, имеют снизу очень короткую трубочку, выше которой весь венчик цветка вытянут в длинную плоскую в виде язычка пластинку с 5 зубчиками на вершине. Число зубчиков соответствует 5 сросшимся лепесткам (одуванчик). Язычковые цветки, как и трубчатые, являются обоеполыми и плодоносящими.

Ложноязычковые цветки сходны внешне с истинно язычковыми, но на вершине их пластинки имеется не 5, а 3 зубчика — по количеству сросшихся лепестков; 2 лепестка у данной формы цветка редуцированы. Ложноязычковые цветки являются однополыми вследствие редукции андроцея. Пестик, как правило, недоразвит, поэтому ложноязычковые цветки бесплодны и служат для привле-

чения насекомых, осуществляющих перекрестное опыление. Такие цветки обычно расположены по краям корзинки (подсолнечник, ромашка).

Воронковидные цветки имеют венчик в виде воронки с зубцами на вершине (краевые цветки у василька). У этих цветков произошла редукция андроцея и гинецея; они являются бесполыми и бесплодными. Воронковидные цветки, так же как и ложноязычковые, занимают в корзинке краевое положение, способствуя привлечению насекомых-опылителей.

Чаще всего в корзинке наблюдается диморфизм (двуформенность) цветков: внутренние — трубчатые обоеполые, а краевые — ложноязычковые однополые или воронковидные бесполые (рис. 251). Реже встречаются виды, у которых соцветия состоят из одного типа цветков.

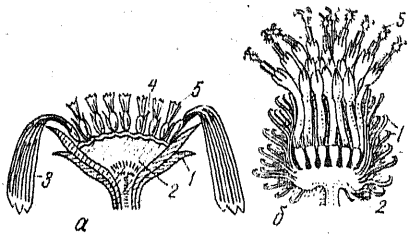


Рис. 251. Продольный разрез корзинок сложноцветных:

а — подсолнечник; *б* — лопушник; *1* — обертка; *2* — общее ложе корзинки; *3* — ложноязычковые цветки; *4* — прицветники; *5* — трубчатые цветки

Цветки отличаются почти всегда и по окраске: внутренние — чаще всего желтые; краевые — белые, желтые или иной окраски; краевые цветки в соцветии всегда крупнее, яркоокрашенные, что делает корзинки более заметными для насекомых. В соцветии раньше распускаются краевые цветки, а центральные — в последнюю очередь. Нектарник расположен у основания столбика в виде кольца. Плод — семянка, иногда снабженная хохолком в виде парашютика или кисточки (рис. 252). Такие плоды-летучки легко переносятся ветром на большие расстояния. Семена без эндосперма. Листья простые, разнообразные, обычно без прилистников. Листорасположение, как правило, очередное, иногда супротивное (у череды).

Преобладающий тип опыления — энтомофилия, реже встречаются анемофильные растения (полыни). Процесс опыления у этого семейства очень своеобразный. Как уже указывалось, тычинки в цветках сложноцветных срастаются своими пыльниками, образуя трубку, в которую и высыпается созревшая пыльца. Позднее по мере созревания сквозь эту трубку прорастает пестик, который своим рыльцем выталкивает пыльцу наверх, где она уносится насекомыми, и таким образом осуществляется перекрестное опыление.

Это семейство богато различными жизненными формами, но среди них известно очень незначительное количество водных растений, паразитов и сапрофитов.

В СССР сложноцветные представлены главным образом травянистыми растениями.

В зависимости от строения цветков семейство сложноцветные делится на 2 подсемейства: трубкоцветные и языкоцветные.

1. Подсемейство трубкоцветные (Tubuliflorae). Представители этого подсемейства характеризуются наличием в соцветии либо одних трубчатых цветков, либо центральные цветки соцветия трубчатые, а наружные — ложноязычковые или воронковидные.

Род подсолнечник (Helianthus L.) объединяет около 55 видов, сосредоточенных в Америке. В СССР распространены главным образом 2 вида — подсолнечник однолетний и земляная груша.

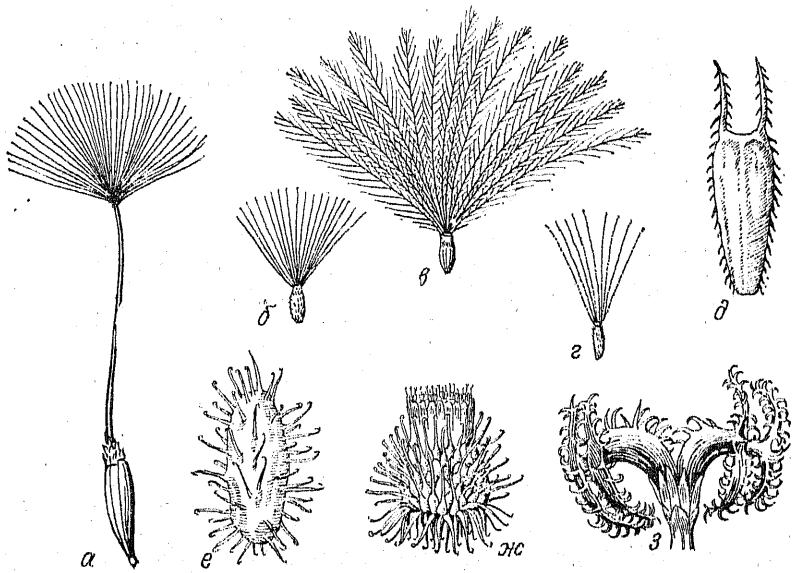


Рис. 252. Плоды сложноцветных:

а — одуванчик; *б* — бодяк полевой; *в* — золотая розга; *г* — крестовник; *д* — череда; *е* — дурнишник колючий; *жс* — лопушник большой; *з* — диптерокома

Подсолнечник однолетний (H. annuus L.) — однолетнее растение. Стебли высокие (до 3,5 м и больше), деревянистые, покрытые жесткими волосками, заканчиваются одиночной корзинкой. Листья крупные, простые, очередные, черешковые, сердцевидной формы, с заостренным концом. Корзинка крупная, реже мелкая, чаще с плоским ложем, многоцветковая, с 2 типами цветков: внутренние — трубчатые, краевые — ложноязычковые. Отдельные цветки сидят в пазухе маленьких прицветников. Обертка 2-рядная, наружные листочки ее удлиненные и всегда отогнутые. Семя содержит высокий процент масла (35...60). В одной корзинке в зависимости от ее размера образуется от 200 до 1000 плодов — семянок. Хороший медонос.

В последние годы в СССР созданы декоративные сорта подсолнечника с махровыми цветками. Родина подсолнечника — степная южная часть Северной Америки.

Культурный однолетний подсолнечник произошел от дикорастущего однолетнего, засухоустойчивого, с мелкими осыпающимися семянками, который и сейчас произрастает в прериях Америки.

Подсолнечник был введен в культуру индейцами более 3000 лет назад. В Европу он завезен в XVI в., в Россию — в XVIII в.

Земляная груша, или топинамбур (H. tuberosus L.), внешне сходна с подсолнечником, цветки, так же как и у подсолнечника, 2 типов — внутренние трубчатые, краевые ложноязычковые, желтого цвета. Цветет очень поздно, а потому даже в условиях Северного Кавказа дает семена не ежегодно. В отличие от подсолнечника является многолетним растением и образует в почве столоны, на концах которых развиваются, как у картофеля, клубни, иногда грушевидной формы (отсюда и русское название растения). Клубни часто удлиненно-овальные, белой, розовой и фиолетовой окраски, в гнезде их 10...30. Они богаты инулином (около 50% на сухую массу и больше), а не крахмалом, как у картофеля, содержат также много сахара и витамина В.

Они прекрасно сохраняются в течение зимы (даже севернее Ленинграда) непосредственно в почве и являются хорошим кормом для свиней и крупного рогатого скота. На вкус клубни сладковатые, как у слабо подмороженного картофеля. Инулин легко усваивается организмом человека, в медицине его применяют при лечении диабета (сахарная болезнь). Стебли используются на силос. Родина земляной груши — Северная Америка.

Род георгин (Dahlia Cav.) представлен многолетними травянистыми растениями с утолщенными корнями — корнеклубнями, или шишками. Известно 15 видов. Типичный представитель — георгин изменчивый.

Георгин изменчивый (D. variabilis Desf.) — многолетнее травянистое декоративное растение. Корзинки с 2 типами цветков — трубчатыми и ложноязычковыми. На верхушках корневых клубней образуются почки возобновления. Размножается целыми или разрезанными корневыми клубнями, но обязательно с наличием верхушечной почки, так как у корневых клубней георгина боковых почек нет (в отличие от картофеля). Имеется большое количество сортов (около 8000), среди которых много с махровыми цветками. Родина — Мексика.

Род пупавка (Anthemis L.) представлен 100 видами. Наиболее распространена пупавка красильная.

Пупавка красильная (A. tinctoria L.) — многолетнее растение. Трубчатые цветки желтые, ложноязычковые — оранжевые. Листья очередные, дважды перисторассеченные. Изредка разводится как декоративное.

Из рода тысячелистник (Achillea L.) в СССР встречается 50 видов. Типичный представитель — тысячелистник обыкновенный.

Тысячелистник обыкновенный (A. inundata Kondr.) — многолетнее корневищное растение, высотой 15...50 см

(рис. 253). Растет повсюду на лугах, опушках леса, как сорное на полях. Отвар тысячелистника используется в медицине как потогонное средство.

Род ромашка (Matricaria L.) объединяет однолетние и многолетние травы. Корзинка с черепитчатой оберткой. Листья перисторассеченные. Включает около 70 видов, из них наиболее распространены следующие виды.

Ромашка пахучая [M. matricarioides (Less.) Porter] — однолетнее дикорастущее растение. Корзинки мелкие, из одних трубчатых цветков (ложноязычковые отсутствуют), без хохолка. Корзинка округлая. Обладает приятным запахом. Родина — Северная Америка. Растет повсюду.



Рис. 253. Тысячелистник обыкновенный

Ромашка лекарственная, или ромашка аптечная (M. recutita L.), — однолетнее растение, высотой 15...30 см. Внутренние цветки трубчатые, желтые; краевые — ложноязычковые (рис. 254), белые. Цветоложе корзинки коническое. Листья дважды перисторассеченные. Цветки используются в медицине. Растение с сильным запахом. Сорняк, растет повсюду.

Род трехреберник (Tripleurospermum Sch. Bip.) представлен видом трехреберник непахучий.

Трехреберник непахучий, ромашка непахучая [T. inodorum (L.) Sch. Bip.], — одно- и двулетние сорные растения. Корзинка из 2 типов цветков. Цветоложе плоское. Листья троякоперистые. Растет повсюду. Растение без запаха.

Род нивяник (Leucanthemum Mill.) представлен многолетними травами и полукустарниками. В СССР встречается 4 вида, но больше всего распространен нивяник обыкновенный.

Нивяник обыкновенный, или поповник (L. vulgare Lam.), характеризуется собранными в одиночные корзинки цветками, из которых внутренние — трубчатые, желтые; краевые — ложноязычковые, белые. Плод — ребристая семянка, без летучки. Стеблевые листья цельные, сидячие, продолговатые, очередные, зубчатые; прикорневые листья обратнояйцевидной формы, череш-

ковые (рис. 255). Часто это растение принимают за ромашку, от которой нивяник отличается цельными листьями.

Род полынь (Artemisia L.) включает около 500 видов, в СССР — 250 видов, произрастающих главным образом в зоне степей и полупустынь, многие из них очень засухоустойчивы.

Полынь горькая (A. absinthium L.) представляет собой многолетнее травянистое степное растение, все части которого покрыты густым войлочным опушением, отчего растение приобретает белесоватый вид. Обладает очень горьким вкусом и своеобразным сильным запахом. Это самое горькое растение в мире. Горький

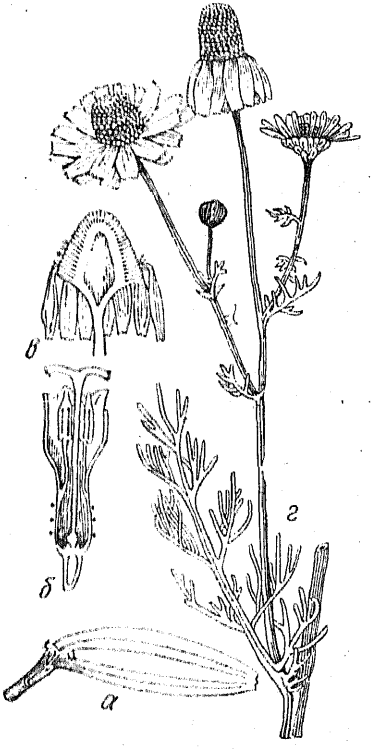


Рис. 254. Ромашка лекарственная:

а — краевой ложноязычковый цветок; *б* — срединный трубчатый цветок в разрезе; *в* — корзинка в разрезе; *г* — верхняя часть растения с корзинками



Рис. 255. Нивяник обыкновенный:

а — нижняя часть растения; *б* — срединный трубчатый цветок; *в* — краевой ложноязычковый цветок; *г* — корзинка

вкус полыни обусловливается наличием горьких веществ — абсинтина, артемизина, эфирных масел, а у некоторых видов — и алкалоидов. Листья и стебли содержат большое количество эфирных масел. Корзинки очень мелкие (0,3 см), собраны в метельчатые соцветия (рис. 256). Цветки трубчатые, очень мелкие. Если коровы поедают эту полынь, молоко у них приобретает горький (полынный) вкус. Скот поедает полынь обычно только в молодом возрасте, хотя в степных и пустынных районах произрастают ее виды, которые имеют кормовое значение.

Кроме полыни горькой, широко распространены полынь полевая (A. campestris L.), полынь крымская (A. taurica Willd.), полынь цитварная (A. cina Berg. ex Poljak.), которая используется как лекарственное растение, полынь обыкновенная (A. vulgaris L.) — широко распространенное сорное растение и многие другие виды. Как правило, виды полыни образуют очень большое количество семянок на 1 растении.



Рис. 256. Сложноцветные:

а — общий вид мать-и-мачехи; *б* — ее краевой цветок; *в* — ее срединный цветок; *г* — трубчатый цветок полыни горькой в разрезе; *д* — часть ветви со сложным соцветием (метелкой) полыни горькой

Род маргаритка (Bellis L.) объединяет травянистые растения. Листья собраны в прикорневую розетку, удлиненные, по краям зазубренные. Стебель безлистный, оканчивается корзинкой. Краевые цветки белые, розовые и красные. Наиболее распространена маргаритка многолетняя.

Маргаритка многолетняя (B. perennis L.) — декоративное растение. Известно много сортов, отличающихся по окраске цветков и размеру корзинок.

Род каллистефус, астры (Callistephus Cass.) объединяет 200 однолетних и многолетних видов, из них представляет интерес астра китайская.

Астра китайская [C. chinensis (L.) Nees] — однолетнее декоративное растение с крупными корзинками, окраска цветков самая разнообразная — белая, красная, фиолетовая и др.

Род девясил (Inula L.) включает около 100 видов, в СССР встречается 40. Многолетняя трава. Листья цельные, очередные. Корзинки окружены черепитчатыми обертками. Большое разнообразие видов сосредоточено на Кавказе. Наиболее распространены девясил иволистный (I. salicina L.) и девясил высокий (I. helenium L.). По старым поверьям, это растение широко использовалось в медицине, как обладатель 9 сил.

Род сушеница (Gnaphalium L.) объединяет однолетние и многолетние травы с очередными листьями. Растения сильно опушены белыми волосками. В СССР 7 видов. Типичный представитель— сушеница болотная.

Сушеница болотная (G. uliginosum L.) — однолетнее низкорослое (15...25 см) растение, стебель ветвистый. Сильно опушено волосками в виде белого войлока. Цветки светло-желтые, обертки грязно-бурые. Наружные цветки нитевидные. Листья ланцетовидные. Настойка сушеницы используется в медицине при гипертонии. Растет по болотам, сырым берегам рек и озер средней полосы СССР, а также встречается как сорное на полях.

Род мать-и-мачеха (Tussilago L.) представлен видом мать-и-мачеха обыкновенная.

Мать-и-мачеха обыкновенная (T. farfara L.) — многолетнее растение. Стебли короткие (10...20 см), мясистые, покрытые чешуйчатыми, сидячими, узкими, мелкими листьями. Это одно из наиболее раноцветущих весной растений (см. рис. 256). Русское название получило благодаря своим листьям. После зацветания появляются настоящие крупные прикорневые листья, сердцевидной формы, с вырезом у основания. Эти листья снизу сильно опушенные, беловатые, войлочные, поэтому их нижняя поверхность теплая, ее сопоставляют с матерью. Верхняя поверхность листьев гладкая, зеленая, холодная, ее сравнивают с мачехой. Сорное растение. Встречается всюду на глинистых почвах канав, обрывов. Листья используются в медицине для приготовления отхаркивающего средства.

Из рода бодяк (Cirsium Mill.) в СССР произрастает около 25 видов. Многолетнее травянистое растение с колючими листьями. Обертки корзинок колючие.

Бодяк полевой [C. arvense (L.) Scop.] — двудомное растение. Мужские (тычиночные) цветки в одних корзинках, женские (пестичные) — в других. Окраска цветков лилово-пурпуровая (розовая). Листья ланцетные, сильно надрезанные. Корни мощные, с сильно развитой системой боковых корней, при помощи которых бодяк может размножаться. Злостный корнеотпрысковый

сорняк. Нередко бодяк полевой неправильно называют осотом розовым.

Род василек (Centaurea L.) включает около 500 видов, в СССР — около 80. Чаще других встречается василек голубой.

Василек голубой, или василек посевной (C. cyanus L.), имеет корзинку вытянутой формы, снизу одетую черепитчато расположенными листочками обертки. Цветки 2 типов: краевые — более крупные, воронковидные, без тычинок и пестиков, бесплодные; внутренние — трубчатые, обоеполые. Листья очередные, сидячие. Часто культивируется как декоративное растение.

Василек луговой (C. jacea L.) — многолетник. Обертки корзинки почти шаровидные, цветки розовые.

Род кошачья лапка (Antennaria Gaertn.) объединяет многолетние растения. Стебель прямой, неветвистый. Нижние листья лопатчато-обратнояйцевидные, у основания стебля образуют розетку; верхние — линейные. Растение покрыто мелкими волосками. Известно 15 видов. Типичный представитель — кошачья лапка двудомная.

Кошачья лапка двудомная [A. dioica (L.) Gaertn.] — многолетнее густоопушенное растение. Цветки раздельнополые, собранные в соцветия, белые и розовые. Корзинки шаровидные.

Род лопушник, или репейник (Arctium L.), объединяет двулетники с крупными округло-овальными листьями. Корзинки почти шаровидные, легко обламываются при созревании и легко прицепляются к животным и одежде человека, так как листочки обертки заканчиваются загнутыми крючочками; часто паутинистые. Сорные растения. В СССР известно 7 видов.

Род пижма (Tanacetum L.) представлен видом пижма обыкновенная.

Пижма обыкновенная, или дикая рябинка (T. vulgare L.), — многолетнее травянистое растение. Корзинки плоские, ярко-желтые, собранные в сложный щиток, с сильным запахом. Листья простые, очередные, глубоко перисторассеченные. Все растение ядовито, скот его не поедает.

2. Подсемейство язычковые (Liguliflorae). Это подсемейство объединяет роды и виды, у которых в корзинках имеются только язычковые цветки.

Характерными представителями являются одуванчик, тау-сагыз, цикорий, осот и др.

Род одуванчик (Taraxacum Wigg.) включает многолетние или двулетние травы, редко однолетние, с утолщенным корнем. Цветки истинно язычковые, желтые, обоеполые. Листья собраны в прикорневую розетку. Стебли укороченные, корзинка расположена на вершине длинного полого цветоноса, содержащего млечный сок. В СССР имеется около 70 видов, главным образом на Кавказе и в Средней Азии. Более распространен по всему Советскому Союзу одуванчик лекарственный.

Одуванчик лекарственный (T. officinalis Wigg., T. almaatense Schischk.) — многолетник с утолщенным, глубоко проникающим и разветвленным корнем. Все части растения содержат млечный сок. В медицине используют зеленые листья и высушенные корни. Хороший медонос. После отцветания на месте желтой корзинки образуется шар из семянок, каждая из них снабжена парашютом из волосков, при созревании семянки срываются ветром и уносятся на большое расстояние. К этому роду относятся каучуконосные виды одуванчика — кок-сагыз и крым-сагыз, которые содержат в корнях каучук.

Род скорцонера, козелец (Scorzonera L.), объединяет многолетние травы и полукустарники. Корни часто с клубневидными утолщениями, у некоторых видов хорошо развито корневище. Цветки желтые, фиолетовые или красные. Растение содержит млечный сок. К этому роду относится каучуконосное растение тау-сагыз.

Тау-сагыз (S. tau-saghyz Lipsch. et Bosse) растет очень медленно, долговечное травянистое растение с длинным, толстым (толщиной до 7...9 см), разветвленным корнем, в котором содержится каучук. Корни способны образовывать корневые отпрыски.

Род цикорий (Cichorium L.) объединяет 8 видов. Типичный представитель цикорий обыкновенный.

Цикорий обыкновенный (C. intybus L.) имеет тонкий прямостоячий стебель, нижние листья перисторазделъные, стеблевые — ланцетные. Цветки язычковые, голубые. Корзинки собраны пучками в пазухах листьев. Корень толстый, мясистый. В дикорастущем виде встречается повсюду. Возделывается на небольших площадях. Медонос. Высушенные и размолотые корни добавляют в кофе.

Из рода осот (Sonchus L.) в СССР встречается 11 видов, но особенно злостным сорняком является осот полевой.

Осот полевой (S. arvensis L.) — многолетнее корнеотпрысковое растение. Стебель прямостоячий, высотой 60...150 см, внизу полый, с млечным соком. Листья длинные, очередные, выемчато-перистонадрезные, верхние — сидячие. Цветки язычковые с хохолком, желтые. Обертка удлиненной формы. Растет повсеместно как сорное.

Среди огромного разнообразия сложноцветных имеется сравнительно мало полезных растений и очень много дикорастущих и сорных. Но некоторые представители этого семейства имеют народнохозяйственное значение и используются как технические, пищевые, кормовые, лекарственные, декоративные, медоносные и др. Из возделываемых заслуживают внимания масличные — подсолнечник, сафлор; кормовые — земляная груша, подсолнечник; декоративные — георгин, астра, хризантема, ноготки, цинерария, ромашка, пиретрум, бархатцы, василек, золотарник и др.

Наибольшие посевные площади из семейства сложноцветные занимает подсолнечник. По характеру использования различают 4 группы подсолнечника: масличный, грызовой, декоративный и кормовой. Масличный подсолнечник имеет некрупные семянки, но хорошо развитое ядро с высоким содержанием масла (до 60%). Из семян подсолнечника получают подсолнечное масло, а жмых идет на корм скоту. Впервые на территории нашей родины выращивание подсолнечника для получения масла было проведено крепостным крестьянином Бокаревым в 1835 г. в слободке Алексеевка Бирючинского уезда Воронежской губернии. Декоративный подсолнечник имеет ветвистый стебель, мелкие корзинки, нередко с красноватыми цветками. На силос выращиваются подсолнечник, земляная груша.

Некоторые виды используются как овощные культуры — салат-латук (Lactuca L.), артишок (Cynara L.) и др.

Среди сложноцветных много видов, используемых в качестве лекарственных растений, — полынь, одуванчик, ноготки, или календула, сушеница болотная, мать-и-мачеха, ромашка аптечная, ромашка пахучая и др.

Многие дикорастущие виды — хорошие медоносы. Особенно много среди сложноцветных сорных растений; наиболее злостными из них являются бодяк, осот, чертополох, горчак, василек, ромашка, нивяник, тысячелистник и многие другие.

Порядок чаецветные (Theales). Древесные или кустарниковые растения, произрастающие в тропиках и субтропиках, обычно с вечнозелеными листьями. Цветки правильные, с многочисленными тычинками.

Семейство чайные (Theaceae). Кустарники или деревья. Листья простые, кожистые, очередные. Это семейство объединяет 16 родов и свыше 170 видов.

Род чай (Thea L.) представлен видом чай китайский.

Чай китайский (T. sinensis L.) — вечнозеленый кустарник или невысокое дерево. Листья простые, ланцетовидные, наверху суженные, на коротких черешках, без прилистников. Цветки одиночные или по 2...4 в пазухах листьев, правильные, обоеполые, лепестков 5...9, белые с желтовато-розовым оттенком. Тычинок много, пестик 1. Плод — приплюснутая коробочка, вскрывающаяся по створкам. Цветет осенью (с конца сентября до заморозков).

Возделывается в тропических и влажносубтропических районах многих стран земного шара. В СССР культивируется на Черноморском побережье Грузии, а также в Краснодарском крае, Кахетии, Азербайджане. Вид дифференцирован на ряд разновидностей. Все разновидности легко скрещиваются между собой.

В химический состав чая входят кофеин, эфирное чайное масло, дубильные вещества и некоторые витамины. Листья чая служат сырьем, из которого приготовляют известный всем тонизирующий напиток. Собирают только молодые верхушки побегов, имеющие не более 2...3 листьев, так называемые флеши; листья мелкие, светло-зеленые.

Собранные флеши сортируют, затем подвергают завяливанию, в процессе которого в листьях совершаются биохимические изменения; сами листья становятся мягкими, пригодными для скручивания. Скручивание обеспечивает ферментацию.

В Среднеазиатских республиках пользуется популярностью зеленый чай. Он не является продуктом какого-либо особого ботанического вида. Зеленый чай не подвергается ферментации.

Порядок верескоцветные (Ericales). Преимущественно кустарники и кустарнички. Листья большей частью линейные, овальные, игольчатые. Цветки правильные, обоеполые. Плод — коробочка или ягода.

Семейство вересковые (Ericaceae). Кустарники или полукустарники, часто с вечнозелеными кожистыми листьями. Венчик чаще яркоокрашенный — кувшинчатый, воронковидный. Многие виды растут на почвах, бедных легкоусвояемыми соединениями азота, на болотах. В СССР встречается около 15 родов. К этому семейству относятся вереск, черника, брусника, голубика, клюква, багульник, рододендрон и др.

Род вереск (Calluna Salisb.) представлен одним видом.

Вереск обыкновенный [C. vulgaris (L.) Hill] — вечнозеленый низкорослый кустарник с мелкими, почти 3-гранными, чешуйчатыми листьями. Цветки правильные, собранные в однобокие кисти, венчик 4-раздельный. Листья супротивные, тесно расположенные. Стебель ветвистый, высотой 30...100 см. В СССР растет на торфяных болотах и в сосновых лесах.

Род вакциниум (Vaccinium L.) * включает бруснику, чернику, голубику, клюкву, которые произрастают в диком виде преимущественно в северном полушарии. Это вечнозеленые листостебельные растения.

Брусника (V. vitis-idaea L.) — низкорослый кустарничек с темно-зелеными, кожистыми, вечнозелеными листьями с загнутыми краями. Плод — ягода красного цвета, употребляется в пищу.

Черника (V. myrtillus L.) — кустарничек, листья яйцевидные, мелкопильчатые. Венчик почти шаровидный, зеленоватый. Ягоды круглые, черные, с окрашенным фитоцианом соком, употребляются в пищу.

Голубика, или гонобобель (V. uliginosum L.), — кустарничек. Сходен с черникой, от которой отличается обратнояйцевидными, цельнокрайными, снизу сизыми листьями. Цветки белые или красноватые. Плод — ягода, голубовато-синего цвета. Обитает на болотах.

Клюква (Oxycoccus quadripetalus Gilib.) — стелющийся вечнозеленый кустарник, растет на торфяных болотах. Листья мелкие, продолговато-яйцевидные, с загнутыми краями, снизу серые, зимующие. Цветки пурпуровые, поникшие, с длинными цветонож-

* Иногда выделяется в самостоятельное семейство Vacciniaceae.

ками, венчик 4-раздельный. Ягода шаровидная, красная, сочная, кислая.

Род багульник (Ledum L.) представлен одним видом.

Багульник болотный (L. palustre L.) растет на торфяных болотах, имеет одуряющий запах. Листья кожистые, линейные, снизу покрытые рыжевато-бурым войлочным опушением.

Род рододендрон (Rhododendron L.) объединяет вечнозеленые кустарники. Цветки крупные, разной окраски — красной, розовой, лиловой, белой. В диком виде растет на Кавказе. Разводится как декоративное растение.

Рододендрон кавказский (R. caucasicum Pall.) характеризуется крупными цветками телесного цвета.

Порядок гвоздичноцветные (Caryophyllales). В порядок входят несколько семейств, разнообразных по морфологическим и биологическим признакам и свойствам; все представители данного порядка имеют согнутую семяпочку и согнутый зародыш; у всех отсутствует в семенах эндосперм и хорошо развит перисперм, в который погружен зародыш. Семяпочки развиваются на центральном семяносце. В большинстве случаев травы. Листья простые, без прилистников. Цветки правильные, с простым и двойным околоцветником, мелкие и крупные. Представители с мелкими невзрачными цветками — ветроопыляемые, с крупными, яркой окраски — насекомоопыляемые. Плод — коробочка или орешек.

Наиболее характерными семействами являются гвоздичные и маревые.

Семейство гвоздичные (Caryophyllaceae). Травы, реже кустарники, с характерным дихотомическим ветвлением стебля, с супротивным расположением листьев. Листья простые, цельные, чаще узкие, сидячие, без прилистников, расположены супротивно. Околоцветник двойной. Цветки правильные, обоеполые, 5-членные, обычно яркоокрашенные, собранные в дихазиальные соцветия. У многих видов цветки с приятным запахом. Чашечка спайнолистная или из 4...5 свободных чашелистиков. Тычинок чаще 10, в 2 кругах, или тычинок 5. Пестик 1 из 3...5 плодолистиков с 3...5 столбиками. Завязь верхняя. Насекомоопыляемые растения. Плод — многосемянная коробочка. Семя с периспермом, зародыш согнутый, окружен периспермом.

Произрастают преимущественно в умеренных зонах на открытых солнечных местах. Наиболее распространенные роды: звездчатка, смолевка, гвоздика, куколь, торица, дрема, мыльнянка и др. Объединяет около 2000 видов, из них в СССР имеется свыше 1600.

Род звездчатка (Stellaria L.) представлен многолетними, реже однолетними травами. Листья продолговатые или округлоовальные, яйцевидные. Венчик белый, имеет форму звезды. В СССР встречается около 50 видов.

Звездчатка лесная, или звездчатка ланцетовидная (S. holostea L.), растет в лесах. Стебли тонкие, 4-гран-

ные, 15...30 см, каждый стеблевой узел несет 2 ланцетно-линейных, супротивных, жестких листа. Цветки крупные, белые. Корневища ползучие.

Звездчатка злаковая, или пьяная трава (S. graminea L.), — низкорослое растение (15...30 см) с тонким, ветвистым, часто полегающим стеблем. Листья мелкие, узкие, ланцетовидные. Ядовитое, особенно для лошадей, растение.

Мокрица, или звездчатка средняя [S. media (L.) Cyr.], — однолетнее растение. Стебель очень тонкий, часто восходящий, ветвистый, покрытый волосками. Листья яйцевидные, черешковые, мелкие. Цветки белые, цветет с конца апреля до осени. В лето может дать несколько поколений. Семена не имеют периода покоя и прорастают сразу после созревания, сохраняют в почве всхожесть свыше 10 лет. Очень злостный сорняк, особенно на посевах овощных культур.

Род смолевка (Silene L.) включает однолетние и многолетние травы. Стебель у многих видов липкий и волосистый. Листья сидячие, без черешков. В СССР обитает 153 вида, из них чаще встречается смолевка вильчатая.

Смолевка вильчатая (S. dichotoma Ehrh.) — однолетнее растение. Стебель прямой, вверху вильчатый. Цветки белые. Листья удлиненные. Все растение опушено.

Смолевка обыкновенная, или хлопушка (S. cucubalus Wib.), — многолетнее растение. Стебель слабый, чаще неопушенный. Листья ланцетные или яйцевидные, острые. Цветки белые, редко розовые, чашечка пузырчато-вздутая. Цветки днем закрыты, раскрываются вечером и ночью, опыляются ночными бабочками. Сорное растение, часто в посевах льна и клевера.

Род гвоздика (Dianthus L.) представлен растениями с узловатыми стеблями. Листья линейные, сидячие, супротивные, с ясно выраженным влагалищем (рис. 257). Цветки крупные, правильные. Венчик с 5 лепестками, обычно с приятным запахом, различной окраски, дикие виды чаще пурпуровые. Чашечка сростнолистная, трубчатая. Стебель слегка узловатый. Листья линейные, супротивные, сидячие. Плод — многосемянная коробочка. В СССР растет около 80 видов; в диком состоянии — в степях, на лугах. Часто возделывается как декоративное растение. Многие сорта имеют махровые цветки.

Типичным представителем этого рода является гвоздика Фишера (D. fischeri Spreng.); цветет в июне — июле, растет по лугам, пустырям, холмам.

Род куколь (Agrostemma L.) объединяет 3 вида. Наиболее часто встречается куколь обыкновенный.

Куколь обыкновенный, или куколь посевной (A. githago L.), — однолетнее сорное растение. Стебли прямостоячие. Листья линейно-ланцетные, супротивные. Цветки правильные, одиночные, крупные, верхушечные, околоцветник двойной. Венчик темно-розовый. Чашечка 5-листная, внизу сросшаяся,

вверху раздельная, с длинными листовидными зубцами, превышающими по длине венчик. Стебли и листья покрыты длинными волосками (рис. 258). Плод — коробочка. Семена черные, бугорчатые, ядовитые, содержат сапонин.

Представители семейства гвоздичные имеют некоторое практическое значение. Многие представители этого семейства являются сорняками. Некоторые виды возделываются в качестве декоративных. Среди гвоздичных встречаются ядовитые растения (куколь, звездчатка злаковая и др.). Некоторые используются в медицине — мыльнянка лекарственная (Saponaria officinalis L.), в корневищах которой содержится сапонин.



Рис. 257. Гвоздика разноцветная

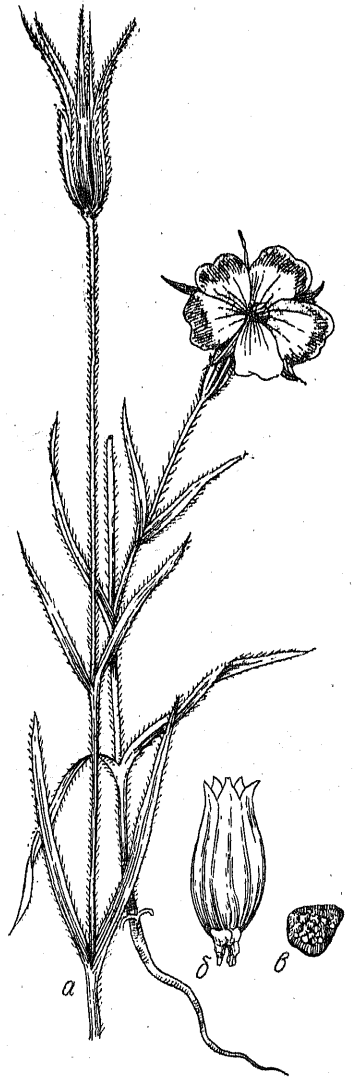


Рис. 258. Куколь обыкновенный: *а* — верхняя часть растения; *б* — коробочка; *в* — семя

Семейство маревые, или лебедовые (Chenopodiaceae). Однолетние, двулетние и многолетние травянистые растения, реже кустарники и деревья. Листья простые, очередные, редко супротивные, без прилистников. Цветки мелкие,

зеленые, невзрачные, собранные в головчатое соцветие — клубочки, которые в свою очередь сгруппированы в метельчатые или колосовидные соцветия. Цветки правильные, однополые или двуполые. Околоцветник простой, без прицветников, 5-раздельнолистный, тычинок 5. Плод — орешек или семянка, с твердым околоплодником. Семена с периспермом, зародыш согнутый или спиральный. В СССР встречается около 4000 видов. Из этого семейства наибольшее значение имеют роды свекла, лебеда, марь, солянка, саксаул и др.

Род свекла (Beta L.) объединяет дикорастущие и культурные виды. В диком состоянии произрастает в Передней Азии, Иране, Малой Азии, Закавказье, а также по побережью Средиземного моря. Все широкоизвестные сорта культурной свеклы произошли от дикорастущей.

Свекла листвен-ная (B. vulgaris var. cicla Zoss.) — двулетнее травянистое растение, в 1-й год жизни образует большое количество прикорневых листьев с различно окрашенными черешками и листовыми жилками. Утолщенных корней не образует. Возделывается как овощное растение для приготовления салатов и как кормовое растение. Этот вид свеклы является переходным от дикорастущих видов к культурным корнеплодным.



Рис. 259. Свекла обыкновенная:

а — верхняя часть растения с цветками; *б* — цветок (вид сверху); *в* — клубочки; *г* — прикорневая розетка

Свекла культурная, или свекла обыкновенная (B. vulgaris var. esculenta Gürke), — двулетнее растение. В 1-й год образует много прикорневых черешковых, крупных листьев, собранных в прикорневую розетку, и мясистые, утолщенные корни — корнеплоды. На 2-й год жизни из корнеплода вырастает цветоносный стебель высотой 100...150 см. Однако нередко наблюдается цветение в 1-й год жизни («цветуха»). Цветки правильные, зеленоватые, с простым околоцветником, собраны по 1...8 в цветковые клубочки, которые в свою очередь сгруппированы в длинные колосовидные соцветия. Околоцветник 5-лопастный, тычинок 5, пестик 1. Плод — орешек. При созревании плоды срастаются по 2...6 (рис. 259) и образуют соплодия, называемые клубочками.

В СССР созданы сорта сахарной свеклы с односемянными клубочками. Корни утолщенные, мясистые, разнообразной формы — репчатые, конусовидные, цилиндрические, внутри белые или красные, различных оттенков.

По характеру использования различают свеклу сахарную, столовую, кормовую и листовую.

Род марь (Chenopodium L.) объединяет свыше 250 видов, в СССР насчитывается около 30.

Марь белая (Ch. album L.) — однолетние и двулетние сорные растения.

Марь красная (Ch. rubrum L.) имеет красноватые ветвистые стебли. Листья почти копьевидные. Однолетний сорняк.

Род лебеда (Atriplex L.) представлен чаще однолетними травами или полукустарниками. Цветки однополые. Женские цветки не имеют околоцветника, пестик с 2 рыльцами. Мужские с околоцветником из 5 листочков, тычинок 5. Цветки собраны пучками, образующими колосовидные соцветия. Плод — орешек. В СССР произрастают 33 вида.

Чаще других встречаются лебеда раскидистая (A. patula L.), лебеда татарская (A. tatarica L.), лебеда лоснящаяся (A. nitens Schkuhr.) — однолетние злостные сорные растения.

Из рода солянка (Salsola L.) в СССР известно 72 вида. Характерной особенностью их является способность произрастать в пустынях, в полупустынях на засоленных почвах. Многие из них имеют сочные стебли и листья благодаря развитию водозапасающих тканей. Солянки отличаются от других растений наличием очень большого количества зольных веществ (до 50%). Однолетние растения, реже полукустарники и кустарники. Цветки невзрачные, обоеполые.

Солянка русская, или курай (S. iberica Sennen et Pau), — однолетнее растение, высотой 15...100 см. Цветки одиночные, в пазухах листьев. Листья очередные, нитевидные, мясистые. Сорняк. Один куст образует до 200 тыс. семян. Околоцветник при плодах твердеет и превращается в колючки. После созревания плодов куст отрывается и образует форму «перекати-поле», что способствует рассеиванию семян. Очень засухоустойчивое растение. Встречается иногда в большом количестве на молодых залежах, в посевах как сорное в степи, в южной части лесостепи, в полупустыне и пустыне. В сене и силосе (при их ранней заготовке) поедается скотом удовлетворительно. В пустынях используется на топливо.

Солянка корявая (S. orientalis S. G. Gmel.) встречается часто в пустынях Казахстана, Средней Азии, Дагестана. Удовлетворительно поедается верблюдами, овцами и лошадьми. Вводится в культуру.

Род кохия (Kochia Roth) представлен растениями с мелкими, узкими листьями. Цветки зеленоватые, мелкие, невзрачные. Растет в степях и полупустынях.

Кохия простертая, или прутняк, изень [K. prostrata (L.) Schrad.], — полукустарник, высотой 30...40 см. Засухоустойчив.

Род саксаул (Haloxylon Bge.) представлен древесными до 10...12 м растениями пустынь и полупустынь. Древесина хрупкая, но плотная, тяжелее воды. Листья мелкие, в виде заостренных чешуек, плотно прижатые к стеблю, поэтому стебли кажутся безлистными. Цветки очень мелкие, обоеполые, с пленчатыми прицветниками. Саксауловые леса в пустынях имеют огромное хозяйственное значение. Растения исключительно засухоустойчивые. Хорошо растут на засоленных и песчаных почвах. Используются для закрепления песков и залесения засоленных почв. В СССР в зоне пустынь в Средней Азии наибольшее распространение имеют саксаул черный [H. aphyllium (Minkw.) Iljin] с темной древесиной, саксаул белый (H. persicum Bge. ex Boiss.) со стволом более толстым, чем у саксаула черного, серовато-зеленого цвета.

Род шпинат (Spinacia L.) объединяет травянистые двудомные однолетние и многолетние растения. Известно 3 вида. В диком состоянии растет в Средней Азии и Закавказье.

Шпинат огородный (S. oleracea L.) вначале образует розетку сочных листьев, позднее — стебель. Листья треугольно-копьевидные. Цветки мелкие, зеленоватые, двудомные растения.

Из большого разнообразия родов семейства маревые наибольшее практическое значение имеет род Beta — свекла. Это одно из важнейших для человека растений. Впервые в культуру лиственная свекла была введена в долинах р. Тигра и Евфрата около 1500...2000 лет до н. э., отсюда она распространилась в Европу. Корнеплодные формы свеклы, в том числе и сахарная свекла, стали возделываться значительно позднее, в конце VIII в.

В процессе длительного совместного возделывания лиственные и корнеплодные формы свеклы легко переопылялись между собой и дали начало новым формам сахарной, столовой и кормовой свеклы.

Первый сахар был получен заводским способом в Германии в 1799 г., в России первая сахароварня была основана в 1800 г. в селе Алябьево Тульской губернии. В настоящее время в Советском Союзе созданы прекрасные сорта сахарной свеклы, содержащие 20...22% и даже выше сахара, тогда как в сортах свеклы в XVIII в. имелось всего 5...6% сахара.

В сухих степях, полупустынях и пустынях дикорастущие представители этого семейства — солянки, кохия, ежовник и др. — имеют большое значение как засухоустойчивые и солеустойчивые кормовые растения.

Порядок крапивоцветные (Urticales). Древесные и травянистые растения. Цветки обычно однополые, реже двуполые, собраны в цимозные соцветия. Околоцветник невзрачный, чаще 4-листный. Ветроопыляемые, редко энтомофильные растения. Представители этого порядка характеризуются наличием жгучих волосков. Объединяет несколько семейств.

Семейство тутовые, или шелковичные (Moraceae). Деревья, кустарники, очень редко травы. Листья простые, часто жесткие, очередные или супротивные, с прилистниками. Цветки мелкие, невзрачные, всегда однополые. Растения однодомные или двудомные. Околоцветник из 4 листочков, тычинок 4, пестик 1, завязь одногнездная. Плод — орешек или костянка; плоды часто срастаются и образуют сочное соплодие. Большинство — тропические растения, содержащие млечный сок. Наиболее типичные роды: тута, фикус, конопля, хмель и др.

Род тута, или шелковица (Morus L.), объединяет субтропические и тропические деревья высотой до 15 м, с раскидистой кроной. Листья крупные, до 20 см, грубые, жесткие, разнообразные по очертанию — цельные, лопастные. Листья используют на корм для тутового шелкопряда. Плод — ложная сочная костянка, так называемая тутовая ягода. В СССР чаще выращивают туту черную (M. nigra L.) с черными в зрелом виде сочными соплодиями и туту белую (M. alba L.), у которой зрелые соплодия белые.

Род фикус (Ficus L.) объединяет около 700 видов тропических деревьев, кустарников и эпифитов.

Инжир, или фиговое дерево, смоковница (F. carica L.), — тропическое и субтропическое плодовое растение. Соплодия грушевидной или округлой формы (рис. 260), мясистые, желтые или синие, сладко-приторные на вкус, плод — орешек. Соплодия называют винной ягодой. Листья простые, лопастные, опадающие. В СССР возделывается в Закавказье и Крыму как плодовое.

Баньян, или фикус, бенгальский (F. bengalensis L.), — огромное своеобразное тропическое дерево. Семена его прорастают на коре других деревьев. Стволы и ветви баньяна образуют многочисленные воздушные корни, они достигают почвы, укореняются и одновременно утолщаются до 5...6 м в окружности. Боковые ветви также способны давать воздушные корни. В результате 1 дерево может занимать очень большую площадь, крона баньяна развивается над кроной хозяина, лишает его света и губит. Многочисленные воздушные корни поддерживают огромную крону в несколько сот квадратных метров (рис. 261). Плоды баньяна съедобны.

Род хлебное дерево (Artocarpus L.) представлен 40 видами, из которых 2 являются культурными.

Крупные, сильно развесистые, тропические, вечнозеленые деревья, высотой до 35 м. Цветки мелкие, с простым околоцветником, раздельнополые: мужские — с 1 тычинкой, собраны в удлиненные початки; женские — в округлых головчатых соцветиях, которые развиваются не на молодых побегах, а прямо на стволе. Плоды достигают огромных размеров (40 × 24 см), массой до 20...25 кг, образуются непосредственно на стволах и толстых ветвях (явление каулифлории). Плоды мясистые, богатые крахмалом, разрезанные на пластинки употребляются в пищу в вареном и поджаренном виде. Из мякоти плодов приготовляют тесто, из которого пекут хлеб.

Плодами с 1 взрослого дерева (15...20 лет) можно прокормить 2...3 человек в течение года. Растет в тропических влажных лесах Индокитая, на островах Малайского архипелага.

Род молочное, или коровье, дерево (Galactodendron utile L.) представлен тропическими деревьями высотой до 30 м. Содержат белый млечный сок, используемый в пищу. Растет в Южной Америке.

Род конопля (Cannabis L.) представлен 2 видами.

Конопля посевная (C. sativa L.) — двудомные однолетние растения. Стебель прямостоячий, высотой 2...3 м. Листья крупные, пальчатосложные. Цветки раздельнополые. Мужские цветки

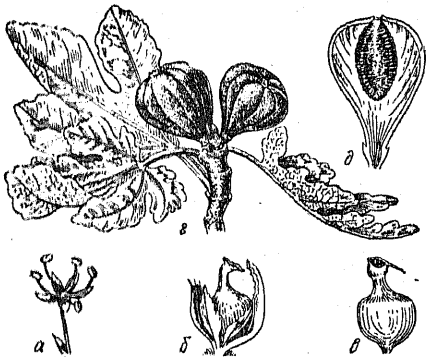


Рис. 260. Инжир:
а — тычиночный цветок; *б* — пестичный цветок; *в* — пестик; *г* — ветвь с соплодиями; *д* — разрез соплодия

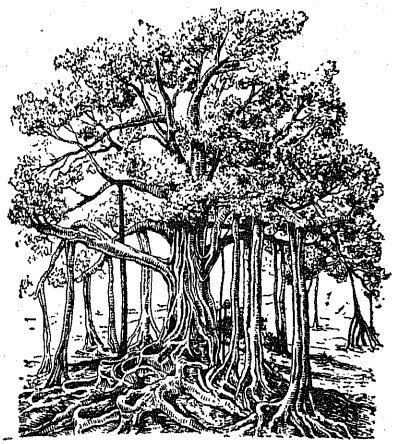


Рис. 261. Баньян бенгальский (хорошо видны воздушные корни, образующиеся на ветвях)

собраны в густые, верхушечные метельчатые соцветия. Женские цветки в колосовидных пазушных соцветиях. Женские экземпляры называют матеркой, мужские — менее развитые и более тонкостебельные — посконью. Плод — орешек.

Другой вид — конопля сорная (C. ruderaris Janisch.) — произрастает в Нижнем Поволжье, на Алтае.

Род хмель (Humulus L.) объединяет 2 вида, из которых большое значение имеет хмель обыкновенный.

Хмель обыкновенный (H. lupulus L.) — многолетнее травянистое двудомное растение. Стебли вьющиеся, 4-гранные. Цветки зеленые, однополые. Мужские тычиночные цветки имеют 5-раздельный околоцветник с 5 тычинками; собраны в метельчатое соцветие. Женские цветки собраны в плотные колосья, которые называются шишками, они содержат пряное вещество — лупулин, его используют в пивоварении.

Представители семейства тутовые имеют большое значение как пищевые и плодовые растения (хлебное дерево, тута, молочное дерево), как технические растения (конопля, хмель, фикус и др.).

Конопля выращивается как прядильная и как масличная культура. Из стеблей конопли получается волокно, которое используется для изготовления веревок, канатов, мешков, а семена ее содержат высокий процент масла (30...35), употребляемого в пищу и на изготовление олифы. Зеленые части конопли имеют сильный, одуряющий запах.

Семейство крапивные (Urticaceae). Многолетние и однолетние травы, редко кустарники или деревья. Многие со жгучими волосками. Растения двудомные и однодомные. Цветки чаще однополые. Собраны в многоцветковые соцветия. Околоцветник простой, из 2...5 сросшихся или свободных листочков. Тычинок 4...5, пестик 1, завязь верхняя. Листья простые, с прилистниками. Плод — орешек. Всего семейство включает около 40 родов, в СССР— 6.

Наиболее распространенными представителями семейства являются следующие.

Крапива жгучая (Urtica urens L.) — однолетнее растение. Цветки зеленые, однополые. Листья супротивные, яйцевидные или эллиптические, надрезанно-пильчатые, черешковые. Растение покрыто жгучими волосками, выделяющими муравьиную кислоту. Сорняк.

Крапива двудомная (U. dioica L.) — многолетнее растение. Стебли и листья усеяны жгучими щетинистыми и простыми волосками. Колосья длинные, повислые, прижатоволосистые.

К семейству крапивные относятся также рами, или китайская крапива [Boehmeria nivea (L.) Gaud.], — многолетнее высокорослое травянистое растение. Стебли высотой 2...3 м, округлые. Возделывается как прядильная культура. Ткани из рами отличаются исключительной прочностью.

Порядок гречихоцветные (Polygonales). В порядок входит всего 1 семейство — гречишные, представленные преимущественно травами. В строении цветка наблюдается значительное уменьшение числа тычинок, плодолистиков и частей околоцветника.

Семейство гречишные (Polygonaceae). Стебель ветвистый, узловатый, узлы часто утолщены, и поэтому стебель приобретает коленчатую форму. Листья простые, очередные, с ясно выраженными у основания прилистниками, срастающимися в раструб. Раструб представляет собой пленчатую трубочку, охватывающую стебель. Цветки мелкие, правильные, чаще двуполые, собранные в метелку. Околоцветник простой, чашечковидный или венчиковидный, из 3...6 сросшихся у основания листочков белой, розовой или зеленоватой окраски. Тычинок от 3 до 9. Пестик 1 с 2...3 столбиками, рыльце головчатое или плоское, завязь верхняя. Плод — 3-гранный орешек, часто бывает окружен сохранившимся около-

цветником. Семена с мучнистым эндоспермом. Насекомо- и ветроопыляемые растения. Объединяет около 800 видов, сосредоточенных главным образом в северном полушарии. Наибольшее хозяйственное значение имеют гречиха, щавель, ревень, горец и др.

Род гречиха (Fagopyrum Mill.) объединяет однолетние и многолетние травы. Листья стреловидно-треугольной формы. Цветки правильные, обоеполые.

Гречиха посевная, или гречиха культурная (F. esculentum Moench), — однолетнее растение. Стебли ко времени созревания красные. Листья черешковые, очередные, треугольно-сердцевидные. Для гречихи очень характерно наличие у основания черешка листа перепончатой трубки, называемой «раструб». Цветки крупные, обоеполые, белые или розовые. Тычинок 8, пестик 1. Для гречихи характерно наличие явления гетеростилии, т. е. на одних растениях цветки имеют длинные пестики и короткие тычинки, а на других, наоборот, — длинные тычинки и короткие пестики (рис. 262). Урожай семян получается выше в тех случаях, когда цветки с короткими пестиками опыляются пыльцой с коротких тычинок, или, наоборот, цветки с длинными пестиками опыляются пыльцой с длинных тычинок. Цветение гречихи очень растянуто. Цветки выделяют много нектара. Плод — 3-гранный орешек. Насекомоопыляемое растение. Очень хороший медонос. Возделывается как крупяная культура.

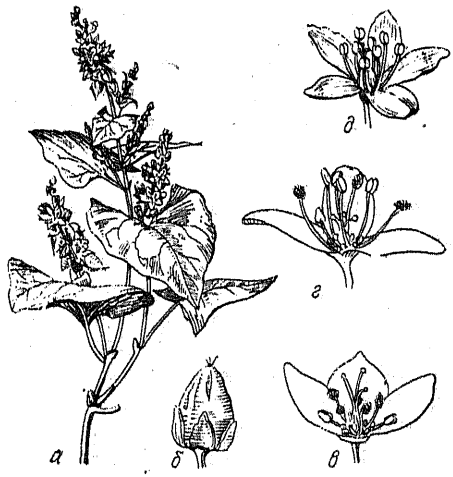


Рис. 262. Гречиха посевная:

а — верхняя часть растения с цветками; *б* — плод; *в* — длинностолбчатый цветок в разрезе; *г* — короткостолбчатый цветок в разрезе; *д* — цветок

Гречиха татарская [F. tataricum (L.) Gaertn.] — однолетнее растение. Цветки мелкие, желтовато-зеленые. Плоды мелкие, с гранями. Сорняк.

Род щавель (Rumex L.) объединяет многолетние и однолетние травы. Листья стреловидные или копьевидные. Двудомные растения. Цветки с красноватым оттенком, собраны в кисти. Корневая система расположена в несколько ярусов. Все части растения кислые на вкус. Распространен по всему СССР как сорное растение. В СССР около 50 видов.

Щавель кислый (R. acetosa L.) — многолетнее растение. Стебли прямостоячие, высотой 30...80 см, листья сочные, стреловидные, нижние — на длинных черешках, тупые; верхние — на ко-

ротких черешках, острые. Корневая система мочковатая. Дикорастущее по лугам и опушкам. Возделывается как овощная культура.

Щавель конский (R. confertus Willd.) — многолетнее корневищное растение, стебли прямостоячие, высотой до 150 см. Листья крупные, треугольно-яйцевидные, широкие, на длинных черешках. Соцветие — крупная, густая кисть цилиндрической формы. Произрастает дико по лугам.

Род ревень (Rheum L.) представлен многолетниками с полым стеблем высотой 2...3 м. Листья крупные, цельные или сильно рассеченные, с толстыми сочными черешками. Корни и корневища содержат антраглюкозиды, которые относятся к слабительным средствам.

Ревень тангутский (R. palmatum L.) как лекарственное растение был описан в Китае свыше 4500 лет назад. Возделывается как лекарственное. Черешки листьев используются как овощ.

Род горец, или гречишка (Poligonum L.), объединяет однолетние и многолетние травы. К этому роду относятся многие злостные сорняки.

Гречишка птичья, или травка-муравка, спорыш, гусиная трава (P. aviculare L.), — однолетнее низкорослое растение, с тонким, сильноветвистым стеблем. Листья линейные, почти сидячие. Цветки из 5 лепестков, мелкие, в пазухах листьев. Растет по обочинам дорог, на выбитых скотом местах. Особенно охотно поедается гусями.

Гречишка вьюнковая, или горец вьюнковый (P. convolvulus L.), имеет тонкий стебель, обвивающий соседние растения. Цветки белые, мелкие, собранные в кисть. Злостный, широко распространенный сорняк.

Гречиха сахалинская (P. sachalinense Fr. Schmidt) — мощное, высотой до 2...3 м, многолетнее корневищное травянистое растение. В диком виде произрастает на Дальнем Востоке. Вводится в культуру как кормовое растение.

Семейство гречишные имеет практическое значение. Большинство представителей — сорные растения (щавель, горец, гречишки). Некоторые возделываются как овощные (щавель, ревень), лекарственные (ревень), пищевые (гречиха посевная), прекрасные медоносы. В настоящее время вводится в культуру как кормовое растение гречиха Вейриха.

Порядок кактусоцветные (Cactales). Состоит из одного семейства кактусовые, представители которого отличаются своеобразным внешним видом.

Семейство кактусовые (Cactaceae). К этому семейству принадлежат типичные суккуленты, с толстыми, мясистыми, сочными стеблями, с сильно развитой водозапасающей тканью. Стебли имеют зеленую окраску и разнообразную форму — шарообразную, плоскую, часто ребристую. Листья у кактусовых сильно редуцированы, обычно они превращены в колючки. Некоторые виды

кактусов достигают на родине больших размеров — в высоту 20 м. Цветки одиночные, крупные, правильные, обоеполые, яркоокрашенные, очень красивые. Плоды ягодообразные, съедобные. Кактусы — засухоустойчивые растения. В диком виде наибольшее разнообразие их сосредоточено в сухих районах северной Мексики. Существует около 1500 видов.

Практическое значение кактусов на родине велико. Плоды, так же как и сочные стебли многих видов, используются в пищу сырыми или в компотах. Кактусы без колючек используются на корм, многие виды употребляются как строительный материал и на топливо. В СССР кактусы выращиваются только как декоративные растения.

Порядок ивоцветные (Salicales). Для представителей этого порядка характерно упрощенное строение цветка, который не имеет некоторых составных частей. Цветки однополые, лишены околоцветника, или он сильно редуцирован, цветки защищены только прицветными чешуйками. Этот порядок состоит всего из одного семейства ивовые.

Семейство ивовые (Salicaceae). Деревья или кустарники. Все ивы — двудомные растения с однополыми цветками. Листья простые, очередные, с прилистниками, обычно рано опадают. Мужские (тычиночные) цветки имеют большей частью 2...5 тычинок, но бывает их 30 и более. Женские имеют 1 пестик из 2 плодолистиков. Околоцветник отсутствует. Цветки собраны в сережки или колосовидные соцветия. Плод — коробочка. Семейство объединяет всего 3 рода. Рассмотрим из них 2.

Род ива (Salix L.) включает деревья или кустарники. Все виды двудомные, влаголюбивые. Плод — коробочка с большим количеством семян, с длинноволосистой летучкой (рис. 263). Кора богата дубильными веществами. В СССР известно около 160 видов. Большинство влаголюбивые виды.

Наиболее распространены ива корзиночная, или лоза (S. viminalis L.), — кустарник, ветви (лоза) которого используют для плетения корзин, ива белая (S. alba L.) — дерево, молодые ветви к вершине белые, прошлогодние — зеленовато-серые. Используется для плетения корзин и на топливо.

Род тополь (Populus L.) объединяет двудомные деревья. Листья простые, черешковые, с узкими, раноопадающими прилистниками. Цветки собраны в свисающие цилиндрические сережки. Плод — коробочка. Семена мелкие, снабженные парашютом из волосков, легко переносятся ветром. Цветет рано весной, до появления листьев.

Тополь белый (P. alba L.) имеет пепельно-серый ствол, листья снизу белые из-за белых волосков. Быстрорастущее дерево.

Тополь черный, или осокорь (P. nigra L.), — деревья с почти треугольными, длиннočерешковыми листьями.

Тополь пирамидальный (P. pyramidalis Rozier) характеризуется узкой кроной, образуемой прижатыми к стволу

тонкими ветвями. Выращивается как декоративное растение на юге СССР.

Осина (P. tremula L.) — дерево высотой до 30 м с гладкой серой (у молодых деревьев зеленоватой) корой. Листья сверху бледно-зеленые, снизу серо-зеленые, с длинными черешками, легко качающиеся от ветра.

Класс однодольные (Monocotyledoneae, или Liliatae). Класс однодольные отличается от класса двудольные по комплексу признаков, из которых наиболее показательным считается наличие у



Рис. 263. Ива козья:

а — ветвь с мужскими соцветиями; *б* — пестичный цветок; *в* — тычиночный цветок; *г* — ветвь с женскими соцветиями; *д* — раскрывшийся плод; *е* — ветвь с листьями

зародыша одной семядоли, что присуще преобладающему большинству представителей этого класса. Однако наличие у зародыша одной семядоли не является признаком, свойственным только однодольным; у наиболее примитивных, эволюционно более древних представителей двудольных в семействах лютиковые, кувшинковые, барбарисовые, маковые и др. отмечаются случаи наличия в зародыше семени одной семядоли, и наоборот, у некоторых представителей однодольных, например у злаков, развивается у зародыша чешуйка — эпибласт, который является 2-й (кроме щитка) недоразвитой семядолей.

Характерно для однодольных и строение цветка. Типичные представители имеют 3-членный цветок, и только порядок болотниковые имеет цветки с бо́льшим количеством членов. Опыление у однодольных различное: самоопыление, перекрестное опыление либо при помощи ветра, либо при помощи насекомых.

Однодольные обладают мочковатой корневой системой. У них главный зародышевый корень быстро останавливается в росте. Вместо него развивается много придаточных корней, которые и образуют мочковатую корневую систему, тогда как у двудольных только некоторые представители имеют мочковатую корневую систему. Многие однодольные образуют луковицы.

Для однодольных характерно также своеобразное анатомическое строение. У них отсутствует камбий, в результате чего стебли и корни их неспособны утолщаться, как у двудольных. Исключение в этом отношении представляют некоторые древовидные южные растения — драцены и юкки, утолщение стеблей которых происходит, однако, не за счет деятельности камбия, а за счет особой образовательной ткани, возникающей кольцом по периферии стебля. Проводящие пучки в стебле однодольных расположены, как правило, рассеянно, а не по кругу.

Отличаются однодольные и строением листа. Листья у них чаще сидячие, очередно расположенные, в большинстве случаев с цельной пластинкой, с параллельным или дуговым, а не сетчатым жилкованием и без прилистников, которые свойственны обычно двудольным. Однако и в строении листьев однодольных и двудольных имеются отклонения. Так, некоторые однодольные, например вороний глаз, имеют сетчатое жилкование листьев.

Среди однодольных нет паразитирующих растений. Как правило, представители этого класса — травянистые растения, древовидные — исключение (драцены, юкки).

В настоящее время большинство ботаников считает, что однодольные произошли от простейших двудольных. Свое начало они ведут от многоплодниковых и через них связаны с классом двудольные, с которым и составляют одно целое — отдел покрытосеменные.

О происхождении однодольных от двудольных говорит наличие у однодольных в молодой стадии их развития признаков двудольных растений и наличие у некоторых двудольных признаков, свойственных однодольным растениям.

Некоторые ботаники не выделяли однодольные в самостоятельный класс и размещали их в филогенетической системе в разных местах среди двудольных. Однако в настоящее время имеется мало сторонников такого мнения. Преобладающее число ботаников-систематиков выделяет однодольные в самостоятельный класс, который характеризуется комплексом признаков и, таким образом, представляет собой хорошо очерченную естественную группу растений.

По разнообразию представителей класс однодольные значительно уступает классу двудольные. Среди однодольных имеется много

ценных для человека растений (хлебные злаки, кормовые злаки, пальмы, лилейные и др.).

Класс однодольные объединяет около 30 тыс. видов, входящих в 50 семейств.

Из существующих порядков однодольные рассмотрим сусакоцветные, лилиецветные, орхидноцветные, осокоцветные, злакоцветные, пальмоцветные и рогозоцветные.

Порядок сусакоцветные (Butomales). Этот порядок считается наиболее древним и примитивным. Большинство представителей приспособлено к водным условиям существования.

Некоторые представители порядка имеют признаки, сходные с многоплодниковыми класса двудольные. Они характеризуются наличием примитивных эволюционно древних признаков: цветки правильные, часто с большим количеством тычинок и пестиков, расположенных по спирали. Гинецей обычно апокарпный (несросшийся). Околоцветник двойной. Плод — листовка. Семена без эндосперма.

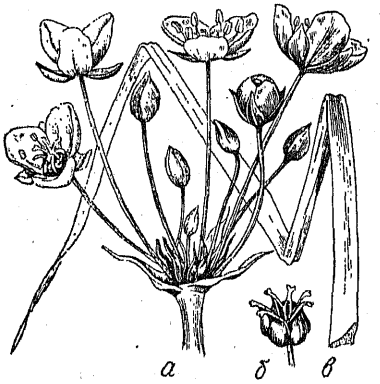


Рис. 264. Сусак зонтичный:
а — соцветие; *б* — плод; *в* — лист

Порядок представлен несколькими семействами. Рассмотрим из них только сусаковые и водокрасовые.

Семейство сусаковые (Butomaceae). Многолетние болотные и водные растения северного полушария. Листья линейные; стебель в виде стрелки. Околоцветник двойной. Тычинок много или 9. Типичный представитель семейства — сусак зонтичный.

Сусак зонтичный (Butomus umbellatus L.) — прибрежное болотное растение с сильно развитым корневищем, листья прикорневые, линейные, слегка 3-гранные, голые, длиной 20...30 см. Цветки правильные, розовые, околоцветник двойной — чашелистиков 3, лепестков 3. Тычинок обычно 9, пестиков чаще 6. Соцветие зонтиковидное на длинном безлистном стебле (рис. 264). Корневище содержит большое количество крахмала. Многолетнее растение.

Семейство водокрасовые (Hydrocharitaceae). Растения, плавающие на поверхности воды. Цветки часто однополые, правильные. К этому семейству относятся водокрас, или лягушечник (Hydrocharis morus-ranae L.), — маленькое плавающее на воде растение с белыми цветками; валлиснерия (Vallisneria L.), телорез (Stratiotes L.) и элодея (Elodea Michx.).

Цветки правильные, мелкие, двойные — 3 лепестка и 3 чашелистика, тычинок 3...9. Листья мелкие, продолговатые, сидят мутовками по 3. Стебель тонкий, ветвистый, высотой 30...60 см.

Элодея канадская, или водяная чума (Elodea canadensis Michx.), — водное двудомное растение. В Европу — Ирландию — было завезено из Америки в 1836 г., откуда быстро распространилось по всей Европе и в настоящее время образует местами большие заросли, встречается и в водоемах Сибири. В Европу завезены одни женские экземпляры, которые без мужских растений не дают семян и размножаются только вегетативно, частями побегов. Водяной чумой это растение назвали за чрезвычайно быстрое распространение в водоемах Европы и Азии.

Порядок лилиецветные (Liliales). Лилиецветные в филогенетическом отношении являются древним порядком. Это крупный порядок, представители которого имеют типичное для однодольных строение цветков и вегетативных органов.

Цветки 3-членные, обычно обоеполые, правильные, одиночные или собранные в соцветия. Околоцветник простой, чаще раздельнолепестный, у большинства венчиковидный. Листья узкие, длинные, с параллельным, реже дуговым жилкованием. Преимущественно многолетние травы с корневищами или луковицами. Наиболее характерным представителем этого порядка является семейство лилейные.

Семейство лилейные (Liliaceae). Для большинства представителей этого семейства свойственно наличие луковиц, поэтому их в практике сельского хозяйства часто называют луковичными. Некоторые виды образуют корневища (ландыш).

Многолетние травы, реже древовидные (юкки, драцены и др.) растения. Цветки чаще крупные, яркоокрашенные, правильные, обоеполые, собранные в соцветия — кисти, метелки или колосья, реже одиночные. Околоцветник простой, венчиковидный, чаще раздельнолепестный. Лепестков 6, по 3 в 2 кругах. Тычинок 6, по 3 в 2 кругах. Пестик 1 из 3 плодолистиков. Завязь верхняя, 3-гнездная. Плод — коробочка или ягода. Насекомоопыляемые растения. Листья удлиненные, ланцетовидные или линейные с параллельным или дуговым жилкованием, цельнокрайные или пильчатые.

В СССР произрастают свыше 600 видов. Растут повсеместно, многие в степной и полупустынных зонах.

Род лилия (Lilium L.) объединяет многие виды многолетних травянистых растений с яркоокрашенными, крупными, душистыми, очень изящными цветками, воронковидными, колокольчатыми, собранными в кисть (рис. 265). Венчик раздельнолепестный. Плод — коробочка. Луковица с плотными черепитчато расположенными наружными чешуями. Листья мутовчатые или очередные, сидячие или короткочерешковые. Стебли ежегодно отмирают. Включает около 80 видов. Наиболее распространенными видами считаются лилия белая (L. candidum L.) с крупными, воронковидными, душистыми, белыми цветками; лилия тигровая (L. tigrinum

Ker-Gawl.) с цветками оранжевого цвета, усеянными черными пятнами, и др. Многие виды возделываются как декоративные.

Род тюльпан (Tulipa L.) представлен в СССР более чем 60 дикорастущими видами. Цветки одиночные, крупные, венчик колокольчатой формы, раздельнолепестный, лепестки самой разнообразной яркой окраски — от белой до черной с различными переходами.



Рис. 265. Лилия кудреватая:

а — верхняя часть растения с соцветием; *б* — основание растения с луковицей; *в* — диаграмма цветка



Рис. 266. Виды лука:

а — лук репчатый; *б* — лук-порей; *в* — шнитт-лук; *г* — чеснок

Плод — коробочка. Размножается детками луковиц и семенами. Растет дико главным образом в степных районах Казахстана, на Кавказе, в Средней Азии и на Юго-Востоке европейской части СССР. Широко разводится как декоративное растение, особенно в Нидерландах, где климат очень благоприятен для культуры тюльпанов. Известно около 800 сортов.

Род лук (Allium L.) объединяет свыше 400 культурных и дикорастущих видов. В дикорастущем состоянии в СССР распространены главным образом в горных районах Средней Азии и Кавказа. Для лука характерно наличие трубчатых листьев. Почти все виды лука обладают острым вкусом и резким запахом вследствие образования

большого количества эфирных масел. Лук содержит много фитонцидов.

Лук репчатый (A. cepa L.) — многолетнее травянистое растение, высотой 50...90 см. Стебель (цветонос) трубчатый, дутый. Листья оригинальные — трубчатые, прикорневые, с сильным восковым налетом. Цветки мелкие, правильные, беловатые, собранные в соцветие — зонтик — шарообразной формы. Плод — коробочка. Семена черные, угловатые. Хороший медонос. Луковицы содержат много сахара, эфирных масел, витаминов и фитонцидов. Резкий, острый запах лука зависит от эфирного лукового масла. В диком виде неизвестен. Культивируется как пряное растение.

Лук-батун (A. fistulosum L.) — многолетний (3...4 года) вид, образует очень рано, как только сойдет снег, зеленые трубчатые листья.

Лук-порей (A. porrum L.) имеет удлиненную луковицу и широкие, линейные, длинные листья (рис. 266).

Чеснок посевной (A. sativum L.) — многолетнее растение, все части которого имеют специфичный чесночный запах. Для чеснока характерно наличие сложных луковиц. Обладает сильными фитонцидными свойствами. Цветки зеленовато- или красновато-белые. Околоцветник из 6 лепестков, тычинок 6, пестик 1. Соцветие — зонтик. Листья линейные, плоские. Одна из древнейших культур.

Лук медвежий, или черемша (A. ursinum L.), — многолетнее дикорастущее растение. Стебель 3-гранный, листьев всего 2, ланцетные с влагалищами. Цветки правильные, снежно-белые. Распространен в европейской части СССР, на Кавказе, в Сибири, на Дальнем Востоке. Листья и луковицы съедобны.

Род безвременник (Colchicum L.) имеет крупные немногочисленные цветки на длинных цветоносах, околоцветник простой, сростнолистный, колокольчатой формы. Листья мелкие, узкие. Цветет поздно осенью. Плоды — коробочки, созревают следующей весной (откуда и получил название — безвременник). Растение содержит алкалоид колхицин. Растет на Кавказе, в Средней Азии, на Украине.

Род ландыш (Convallaria L.) представлен одним видом.

Ландыш майский (C. majalis L.) — многолетнее корневищное растение. Корневище ползучее. Цветки правильные, белые, очень душистые. Плод — красная ягода. Листья эллиптической формы (рис. 267). Цветет в мае. Легко размножается кусочками корневищ. Все части растения ядовиты, содержат алкалоиды и гликозиды. Животные не поедают. Возделывается как декоративное, лекарственное (сердечное) и парфюмерное растение. Широко распространен в лесах.

Род вороний глаз (Paris L.) объединяет 8 видов. Типичный представитель — вороний глаз четырехлистный.

Вороний глаз четырехлистный (P. quadrifolia L.) — многолетнее растение. Стебель прямостоячий, несет 4 му-

товчатых листа (2 пары) и заканчивается одним цветком (рис. 268). Цветок правильный, из 6...8...10 несросшихся лепестков, зеленовато-желтого цвета. Плод — черная ягода. Все части растения, особенно ягоды, ядовиты.

Род спаржа (Asparagus L.) представлен растениями с пленчатыми листьями, в пазухах их развиваются безлистные ветви.

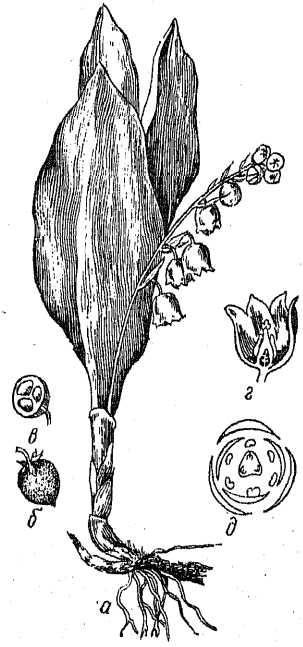


Рис. 267. Ландыш майский:

а — общий вид; *б* — плод — ягода; *в* — плод в разрезе; *г* — цветок в разрезе; *д* — диаграмма цветка

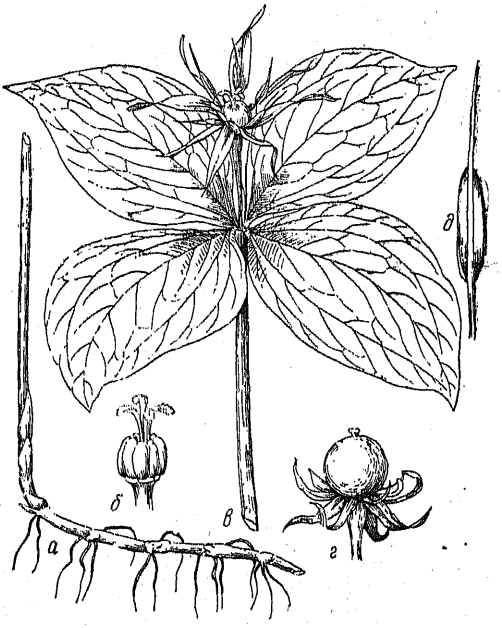


Рис. 268. Вороний глаз:

а — нижняя часть растения с корневищем; *б* — пестик; *в* — верхняя часть растения с 4 листьями и плодом; *г* — плод; *д* — тычинка

Спаржа обыкновенная, или спаржа лекарственная (A. officinalis L.) — многолетнее травянистое растение. Стебли тонкие, ветвистые. Хорошо развиты корневища. Распространена на Кавказе. Очень древняя овощная культура (более 2000 лет). В пищу употребляют молодые побеги.

Род алоэ (Aloe L). представлен многолетними травянистыми растениями, с толстыми мясистыми листьями, часто по краям с шипиками. Цветки цилиндрические, красноватые, желтые или зеленые, собранные в кисть или метелку. Известно около 800 видов; в диком состоянии обитают в сухих областях Африки. В СССР часто разводится как комнатное. Сок листьев используется для приготовления лекарств.

Семейство лилейные имеет большое народнохозяйственное значение. Многие представители — ценные овощные культуры (лук, чеснок, спаржа). Лук и чеснок с древних времен употребляются в пищу. Они обладают противоцинготными и противобактериальными свойствами.

Среди лилейных много декоративных растений: лилия, ландыш, тюльпан, гиацинт и др.

Семейство амариллисовые, или нарциссовые (Amaryllidaceae). Сходно с семейством лилейные, но отличается от него нижней завязью. Представители этого семейства — преимущественно тропические растения. Многие из них декоративные.

Род нарцисс (Narcissus L.) представлен многолетними травянистыми декоративными растениями. Цветки одиночные, простые и махровые, белые и желтые, с приятным нежным ароматом. Лепестки сросшиеся основанием в длинную трубку с крупным отгибом из 6 раздельных лепестков. В центре цветка выделяется коронка, обычно красноватого цвета, а внутри ее видны желтые пыльники. Размножается луковицами. Известно около 40 видов, в СССР — 2 вида.

Род подснежник (Galanthus L.) объединяет многолетние низкорослые луковичные растения, с 2 линейными листьями, с цветочной стрелкой, вершина которой заканчивается 1 белого цвета цветком. Зацветает весной очень рано. Включает около 10 видов, в СССР — 7 видов в лесах Кавказа. Разводится как декоративное.

Род агава (Agave L.) включает растения с сильно укороченным стеблем, листья прикорневые.

Агава американская (A. americana L.) — многолетнее тропическое растение. В СССР выращивается только на юге — на Кавказе, в Крыму — и в теплицах как декоративное. Характерной особенностью этого растения является способность цвести только 1 раз в жизни (на 5...16-й год), после чего растение погибает. Стебель укороченный, несет крупные, мясистые, колючие по краям, удлиненные листья, которые образуют прикорневую розетку. Во время цветения агава выбрасывает высокий цветонос (8...12 м), который несет тысячи цветков, собранные в кисть (рис. 269). В диком виде растет в Мексике, Африке, Южной Азии. Здесь ее возделывают. Из листьев получают волокно для веревок, а из сока листьев приготавливают спиртной напиток.

Порядок орхидноцветные (Orchidales). Этот порядок представлен всего одним семейством орхидные. Для представителей порядка характерно приспособление цветка к энтомофилии, цветки имеют самую разнообразную причудливую форму.

Семейство орхидные, или ятрышниковые (Orchidaceae). Растут главным образом в тропиках, где они часто являются эпифитами. Это очень разнообразное семейство, по

числу видов оно занимает второе место среди покрытосеменных (первое — сложноцветные) и насчитывает около 20 тыс. видов.

Цветки чрезвычайно разнообразны по величине, форме и окраске, как правило, чаще одиночные, реже собраны в кистевидные соцветия, околоцветник 3-членный. Часто у орхидей верхний лепесток венчика превращается в губу, этот лепесток отличается от других и по величине и по окраске; имеет специальное вместилище нектара.

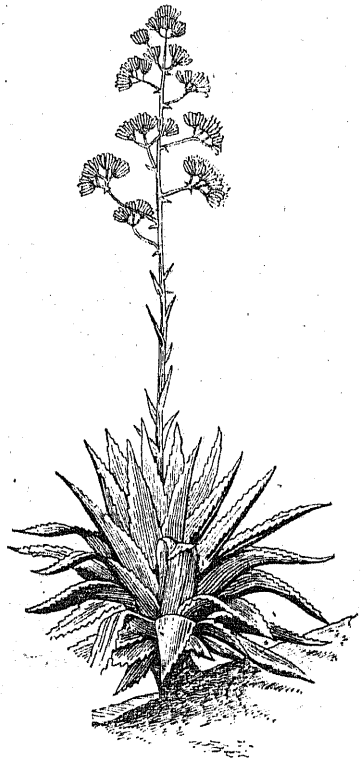


Рис. 269. Агава



Рис. 270. Башмачок настоящий

Тычинок 1 или 2, часто несколько тычинок недоразвитых, не образующих пыльцу. Пыльца собрана в комочки (поллинии). Завязь нижняя. Плод — коробочка. Семена очень мелкие, легко разносятся ветром. Значительное усиление зигоморфности околоцветника является следствием приспособления орхидей к опылению самыми разнообразными представителями животного мира: шмелями, пчелами, осами, бабочками, птицами и даже улитками. Орхидеи очень требовательны к чистому воздуху. Легко размножаются вегетативно (частями клубней и корневищ, черенками, отводками) и очень трудно семенами.

Из огромного разнообразия орхидей в СССР дико произрастает около 120 видов. Встречаются обычно во влажных лесах.

Род б а ш м а ч о к (Cypripedium L.) имеет очень крупные, одиночные, неправильные, оригинальной формы цветки. Губа двулопастная в виде башмачка. Листья продолговатые.

Б а ш м а ч о к н а с т о я щ и й (C. calceolus L.) растет в лесах, среди кустарников. Небольшое (20...25 см), травянистое, корневищное растение (рис. 270). Цветок неправильный, губа двулопастная, в виде башмачка, ярко-желтой окраски.

Род я т р ы ш н и к (Orchis L.) представлен многолетними травами с цельными или лапчатораздельными подземными клубнями, обычно их 2. Цветки неправильные, собраны в колосовидное соцветие. В СССР свыше 30 видов. Наиболее часто встречается ятрышник пятнистый.

Я т р ы ш н и к п я т н и с т ы й, и л и к у к у ш к и н ы с л е з к и (O. maculata L.), — многолетнее травянистое растение, высотой 15...40 см. Листья стеблеобъемлющие, ланцетные, с бурыми пятнами.

П р а к т и ч е с к о е з н а ч е н и е орхидных невелико: они используются главным образом в качестве декоративных растений.

П о р я д о к о с о к о ц в е т н ы е (C y p e r a l e s). Этот порядок включает всего 1 семейство — осоковые, описание которого характерно и для порядка. Плоды — орешки; зародыш в семени окружен эндоспермом; этим осокоцветные отличаются от близкого им порядка злакоцветные.

С е м е й с т в о о с о к о в ы е (C y p e r a c e a e). Многолетние, редко однолетние травы. В отличие от злаков стебель у большинства 3-гранный, выполненный, без узловых утолщений. Листья линейные, пластинка жесткая с острорежущими краями, влагалище замкнутое, язычок между листовой пластинкой и влагалищем отсутствует. Листья на стебле расположены в 3 ряда. Цветки мелкие, невзрачные, чаще в колосовидных соцветиях, которые собраны в сложные соцветия — метельчатые, головчатые, зонтиковидные. Цветки обоеполые или раздельнополые. Околоцветник отсутствует или представлен щетинками, часто цветки голые. Тычинок обычно 3, пыльники прикреплены к тычиночной нити своим основанием, пестик 1 с 2...3 рыльцами. Завязь верхняя. Плод — орешек, редко семянка. Семя окружено эндоспермом. Ветроопыляемые растения.

Семейство осоковые имеет много сходных признаков с семейством злаковые, и поэтому некоторые ботаники объединяют оба эти семейства в 1 порядок. Однако, несмотря на большое сходство, эти семейства имеют и ряд отличительных признаков, которые позволяют выделить их в самостоятельные порядки.

Семейство объединяет свыше 3000 видов. Растут они по всему земному шару.

Род о с о к а (Carex L.) представлен многолетними травянистыми растениями. Стебли прямостоячие, как правило, 3-гранные. Цветки

однополые, причем мужские и женские цветки собраны либо в различные соцветия, либо в одном соцветии внизу образуются тычиночные, а наверху — пестичные, или наоборот. Тычиночные цветки имеют 3 тычинки, в пестичных цветках — пестик с 2...3 рыльцами. Тычиночные цветки сидят в пазухе кроющих чешуй, а пестичный цветок заключен в особый мешочек, который представляет собой видоизмененный прицветный лист. Соцветие — колосок (рис. 271). Плод — орешек, который заключен в мешочек, заполненный воздухом, что способствует переносу семян осок водой. Многие осоки образуют сильно развитые корневища. Видовые признаки осок малоразличимы, поэтому определение видов сопряжено с большими трудностями. Часто встречаются осока вздутая (C. rostrata Stokes), осока водяная (C. aquatilis Wahlb.), осока ранняя (C. praecox Schreb.), осока острая (C. acuta L.) и др.



Рис. 271. Осока вздутая:

а — прикорневая часть; *б* — пестичный цветок в мешочке; *в* — тычиночный цветок; *г* — верхняя часть растения с 2 тычиночными (наверху) и 3 пестичными колосками

Род осока включает около 2000 видов, из них в СССР произрастает 400. Встречаются в разных климатических условиях, но наибольшее разнообразие видов отмечается преимущественно на сырых, болотистых местах. Некоторые виды осок растут в тундре, степях, полупустынях, пустынях, на горных пастбищах.

Род камыш (Scirpus L.) представлен многолетними травянистыми высокорослыми (до 2...3 м) растениями. Наиболее распространены 2 вида — камыш озерный и камыш лесной.

Камыш озерный (S. lacustris L.) — типичное прибрежное растение, которое часто образует огромные заросли на озерах, реках и болотах европейской части СССР, Сибири, Среднеазиатских республик и на Кавказе. Многолетнее травянистое растение. Стебель толщиной 2...3 см, безлистный, округлый, высотой 50...250 см, имеет мощные ползучие корневища, при помощи которых быстро размножается вегетативно. Цветки в колосках, собранных в сложные соцветия в виде метелки (рис. 272). Плод сжато-3-гранный.

Камыш лесной (S. sylvaticus L.) имеет тупо-3-гранные полые стебли высотой 40...120 см. Листья широколинейные. Колоски

сидят скученно по 3...5 на концах веточек. Плод обратнояйцевидный, с коротким носиком.

Род клубнекамыш (Bolboschoenus Palla) представлен камышом морским.

Камыш морской [B. maritimus (L.) Palla] имеет 3-гранный облиственный стебель высотой 50...100 см. Листья сильно заостренные. На концах корневищ образуются шаровидные клубни величиной с лесной орех, которые содержат высокий процент крахмала и охотно поедаются животными. В Казахстане образует большие заросли вдоль рек Эмбы, Урала и др.

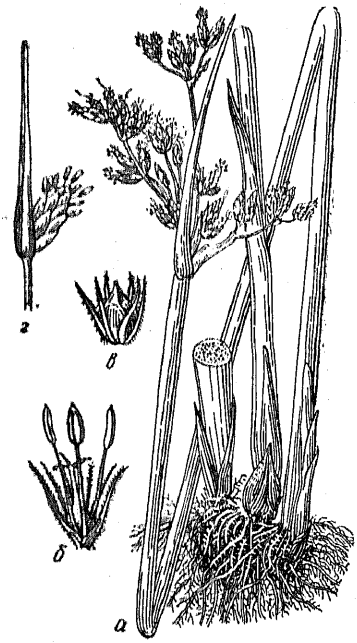


Рис. 272. Камыш озерный:
а — общий вид; *б* — цветок; *в* — плод; *г* — колосок

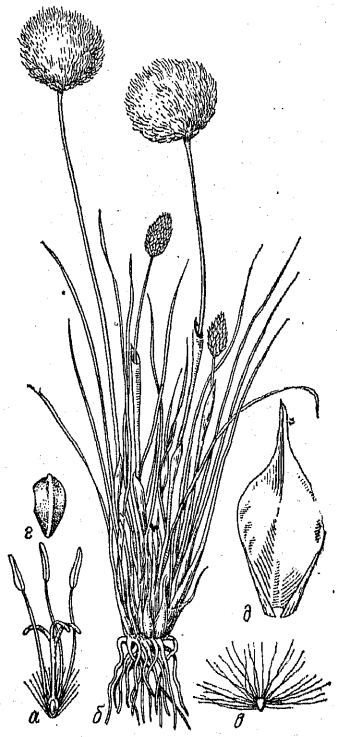


Рис. 273. Пушица влагалищная:
а — цветок; *б* — общий вид; *в* — плод с хохолком; *г* — плод без хохолка; *д* — прицветник

Род пушица (Eriophorum L.) представлен многолетними травами с хорошо развитыми корневищами. Стебли чаще 3-гранные. Листья линейные. Цветки обоеполые, собраны в колоски. Околоцветник в виде щетинок, которые после опыления цветков разрастаются и образуют при плодах так называемую белую пуховку. Цветет в мае. Плод — орешек. Дико растет на низинных заболоченных лугах. В СССР известно 15 видов. В молодом виде ранней весной до разрастания пуховок охотно поедается животными, особенно оленями. Летом и осенью вредное растение.

Пушица влагалищная (E. vaginatum L.) имеет тупо-3-гранные многочисленные стебли высотой 30...100 см. Прикорневые листья нитевидные, 3-гранные, стеблевые верхние со вздутыми влагалищами (рис. 273). Стебель с одним верхушечным колоском. Растет по торфяным болотам.

Род папирус (Cyperus L.) объединяет многолетние травянистые растения. Стебель прямой, 3-гранный, высотой 4...5 м. Листья прикорневые, узкие, длинные. Соцветие очень крупное, зонтиковидное. Цветки обоеполые без околоцветника. Родина — тропическая Африка, где папирус образует по берегам рек и озер огромные заросли. Используется для приготовления бумаги, циновок, обуви. Рукописи древних египтян, греков, персов написаны на папирусе 1000...300 лет до н. э. В настоящее время в СССР выращивается как декоративное комнатное и оранжерейное растение.

Практическое значение семейства осоковые невелико. Среди большого разнообразия осоковых отсутствуют растения, которые возделывались бы в практике сельского хозяйства. Только 1 растение этого семейства — чуфу, или земляной миндаль, иногда выращивают ради получения подземных клубеньков.

Осоковые часто в сырых местах составляют основной травостой природных кормовых угодий, кормовое качество осоковых низкое. Но в пустынях и горах Средней Азии осоки часто являются главными пастбищными травами.

По химическому составу осоковые травы нередко сходны со злаками, но по кормовым качествам сильно уступают им. Часто осоковые называют болотными травами, или кислыми злаками.

Порядок злакоцветные (Graminales), или мятликоцветные (Poales). Порядок включает всего 1, но очень большое и разнообразное семейство злаки (мятликовые). Приспособление к опылению ветром (анемофилия) у злаков выражено еще сильнее, чем у представителей предыдущих порядков.

Основные отличительные признаки осок и злаков

Признаки	Злаки	Осоки
Стебель	Округлый, полый, с утолщенными узлами	3-гранный, выполненный, узлы не утолщены
Влагалище листа	Как правило, несросшееся	Обычно сросшееся
Расположение листьев	Очередное, 2-рядное	3-рядное
Язычок листа	Имеется	Отсутствует
Соцветие	Обычно из двуполых цветков	Обычно из однополых цветков
Прикрепление пыльников к тычиночной нити	Серединой	Основанием
Расположение зародыша в семени	Примыкает к эндосперму одной стороной	Окружен эндоспермом
Плод	Зерновка	Орешек

Как уже отмечалось, семейство злаки сходно с семейством осоковые, но имеет и ряд существенных отличительных признаков. У злаков зародыш семени примыкает к эндосперму одной стороной, у осок он окружен эндоспермом; плод у злаков — зерновка, у осоковых — орешек.

Семейство злаки (Gramineae), или мятликовые (Poaceae). Это семейство представлено очень большим разнообразием; оно объединяет 550 родов и свыше 6700 видов.

Преимущественно многолетние и однолетние травянистые растения. Древесные в этом семействе представляют очень редкое исключение (бамбук). Корневая система мочковатая. При прорастании зерновки сначала появляются из зародыша семени первичные корешки, причем у большинства образуется сразу несколько первичных корешков, из которых 1, более развитый, называется главным (рожь, пшеница), и только у некоторых злаков (кукуруза, просо и др.) зерновка прорастает одним первичным корешком.

При прорастании зерновки почти одновременно с появлением первичных корешков образуется надземный побег с длинными надземными и укороченными подземными междоузлиями. От узлов очень сближенных подземных междоузлий побега (узел кущения) образуются в большом количестве в 1...3 яруса придаточные корни, в дальнейшем они быстро разрастаются и образуют основную массу мочковатой корневой системы. Эти придаточные корни выполняют в дальнейшем главную функцию корневого питания растений. Корневая система проникает на большую глубину (100...250 см), особенно у видов и форм, растущих в засушливых степных районах (кукуруза, сорго), но основная масса сосредоточена в слое 30...40 см.

Стебель округло-цилиндрический, тонкий, разделенный на отдельные участки плотными вздутыми узлами (рис. 274), носит специальное название — соломина. Участки стебля между узлами называются междоузлиями (рис. 275), обычно они внутри полые (пшеница, овес) и только у некоторых злаков заполнены рыхлой паренхимой — мякотью (кукуруза, сорго, сахарный тростник и др.). Злаки обладают вставочным (интеркалярным) ростом: рост стебля у них происходит за счет меристематической ткани, которая продолжительное время сохраняется у основания каждого междоузлия стебля. Высота растения зависит от разрастания каждого междоузлия, а не верхушки стебля, как у двудольных.

Листья простые, расположены поочередно, двурядно. Каждый лист состоит из листовой пластинки, влагалища и язычка. Часто имеет ушки. Листовая пластинка удлиненная, линейная или узколанцетная, различной величины. В зависимости от того, как складывается листовая пластинка, различают складчатосложенный лист и свернутосложенный лист. Сложение листьев — признак, принимаемый во внимание при классификации кормовых злаков. Различие в сложении листьев лучше заметно на молодых побегах и особенно при поперечном разрезе молодых листьев (рис. 276). Злаки со складчатосложенными листьями имеют молодые

стебли плоские (ежа сборная, мятлик луговой, райграс многолетний и др.), а со свернутосложенными листьями — округлые (тимофеевка луговая, овсяница луговая, костер безостый и др.).

В л а г а л и щ е — нижняя часть листа злака, сросшаяся в трубочку, которая охватывает стебель кругом. У злаков влагалище листа чаще бывает открытое и очень редко закрытое, в обоих случаях оно плотно охватывает стебель, но открытое влагалище не срастается по всей длине, а закрытое (или замкнутое) срастается. В свою очередь открытое влагалище бывает расщепленное и завернутое, когда по всей длине влагалища одна половина его налегает на другую (рис. 277). Строение

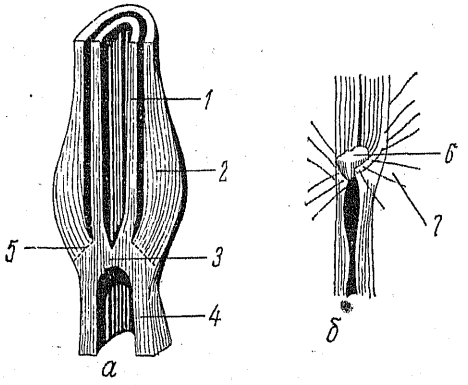


Рис. 274. Строение побега пшеницы:

а — продольный разрез через узел стебля; *б* — переход влагалища листа в пластинку (видны язычок и волоски); *1* — нижняя часть междоузлия, способная к росту; *2* — влагалищный узел; *3* — узловая перегородка; *4* — часть стебля, неспособная к росту; *5* — место прикрепления влагалища; *6* — язычок; *7* — волоски

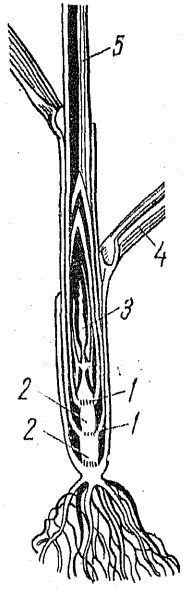


Рис. 275. Продольный разрез молодого растения злака:

1 — узлы; *2* — междоузлия, у основания которых заложена меристема; *3* — соцветие; *4* — листовая пластинка; *5* — влагалище 3-го листа

влагалища является хорошим диагностическим, систематическим признаком для распознавания видов злаков.

Влагалище листа, охватывая междоузлие соломины, придает ей прочность и устойчивость, а также предохраняет от повреждений меристематическую ткань у основания междоузлия. К стеблю лист прикрепляется в узле основанием влагалища.

Я з ы ч о к листа представляет собой вырост в виде тонкой пленки, расположенной на грани перехода листовой пластинки во влагалище, он прилегает к стеблю и затрудняет проникновение воды во влагалище листа, а также способствует лучшему отгибу листовой пластинки. Язычок появился в результате срастания 2

прилистников, имеет различную форму и величину у разных видов и нередко служит систематическим признаком. Часто он окружен волосками. У основания листовой пластинки, кроме язычка, часто

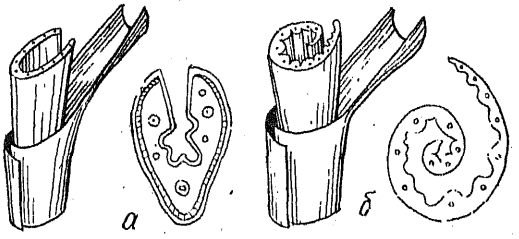


Рис. 276. Листосложение у злаков:

а — складчатосложенный лист (общий вид и в разрезе); *б* — свернутосложенный лист (общий вид и в разрезе)

образуются боковые серповидные выросты — у ш к и. Форма и величина их у злаков бывают разнообразные. Ушки способствуют более прочному прикреплению влагалища к стеблю.

У злаков, как правило, не происходит ветвления верхней части стебля. Исключение

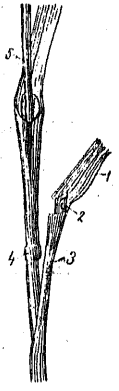


Рис. 277. Побег злака:

1 — часть листовой пластинки; *2* — язычок; *3* — влагалище; *4* — стеблевой узел; *5* — стебель

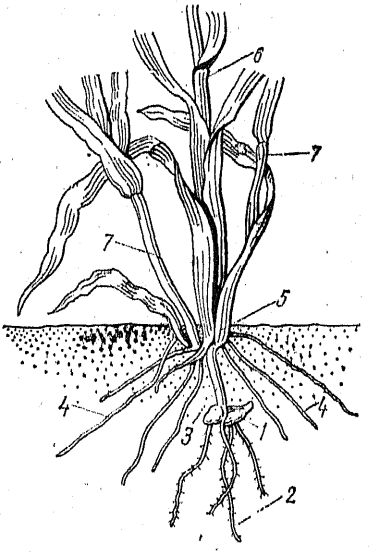


Рис. 278. Кущение пшеницы:

1 — зерновка; *2* — первичные зародышевые корни; *3* — первое междоузлие главного стебля; *4* — придаточные корни, развившиеся из узлов вновь образовавшихся побегов; *5* — узел кущения; *6* — главный побег; *7* — боковые побеги

представляют бамбуки, у которых стебель ветвится главным образом в верхней части. Обычно же стебель злаков ветвится лишь в нижней части, около поверхности почвы или в почве.

На нижней части стебля, непосредственно над почвой или в почве, находится несколько (2...7, до 30) сближенных, очень плотно расположенных стеблевых узлов, расстояние между которыми нередко

бывает всего несколько миллиметров, и поэтому такие междоузлия часто невозможно заметить невооруженным глазом. Каждый из сближенных узлов имеет в пазухе зачаточных листьев почку возобновления. При благоприятных условиях из такой почки развивается надземный побег, который образует самостоятельные придаточные корни. Такую группу сильно сближенных узлов принято называть у з л о м к у щ е н и я. Каждый вновь образуемый из почки возобновления побег злака имеет свой узел кущения. В результате подземного или непосредственно наземного ветвления стеблей (кущения) может образоваться на одном растении большое количество побегов (2...30 и больше). Так как у всех этих побегов нижние сближенные междоузлия находятся почти в одной зоне, то образуется общий узел кущения всего растения. Такой своеобразный процесс ветвления стеблей злаков обычно называют к у щ е н и е м (рис. 278).

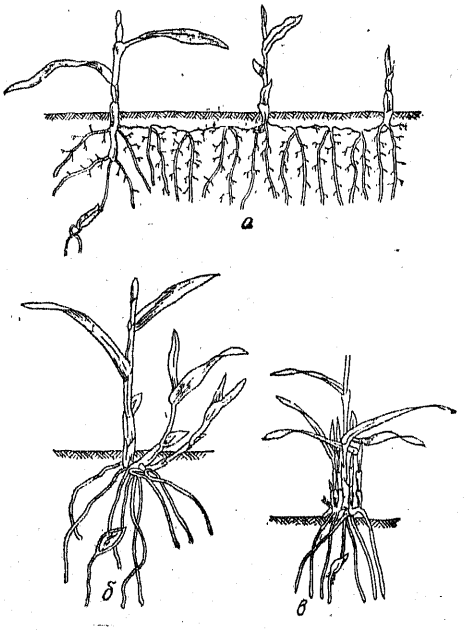


Рис. 279. Типы кущения злаков:
а — корневищный; *б* — рыхлокустовой; *в* — плотнокустовой

Особенно сильное кущение (подземное или наземное побегообразование) бывает у многолетних луговых и пастбищных злаков, а также у видов многолетней ржи. Например, дикорастущая многолетняя рожь Куприянова (Secale kuprijanovii Grossh.). При разреженном стоянии образует на 1 растении более 200 побегов. У однолетних злаков обычно развивается значительно меньше побегов. Это объясняется тем, что формирование почек возобновления на нижних междоузлиях у однолетних злаков проходит весной в менее благоприятных условиях, чем у многолетних злаков. При недостатке влаги и питательных веществ, а также под влиянием неблагоприятных факторов среды большинство почек возобновления у однолетних злаков не развивается. У многолетних же злаков формирование побегов (кущение) происходит обычно в 2 срока: весной и в конце лета — осенью. Количество побегов значительно увеличивается при благоприятных условиях развития.

По характеру кущения многолетние злаки делятся на 4 группы: корневищные, рыхлокустовые, плотнокустовые и корневищно-

рыхлокустовые (рис. 279). Характер, или тип, кущения — признак наследственный.

Корневищные злаки образуют надземные материнские прямостоячие побеги и подземные — корневища. Корневища разрастаются чаще всего в разные стороны горизонтально почве и достигают длины 20...100 см. Каждое корневище состоит из большого количества междоузлий, которые имеют вид как бы отдельных члеников, соединенных между собой тонкими перехватами. Корневище на некотором расстоянии от материнского побега растет верхушкой вверх. В узлах корневище укореняется, а вверх растущие побеги развиваются параллельно главному стеблю и прилегают неплотно один к другому. Поэтому корневищные злаки образуют рыхлую дернину, которая легко разрушается при пастьбе скота.

Рыхлокустовые злаки характеризуются тем, что узел кущения у них находится под землей, новые побеги отходят под острым углом и, несколько дугообразно изгибаясь при выходе из почвы, направляются вверх. Куст приобретает чашевидную форму, рыхлую по строению. К рыхлокустовым злакам относится наибольшее количество ценных кормовых злаков — тимофеевка луговая, тимофеевка степная, овсяница луговая, райграс, житняк, ежа сборная и др. Эти злаки образуют дернину более плотную, чем корневищные злаки.

Плотнокустовые злаки в отличие от предыдущих типов имеют узел кущения на поверхности почвы, а не в почве. Боковые побеги растут параллельно и плотно прилегают один к другому. Кусты получаются очень плотные. Такие злаки образуют на сенокосах и пастбищах «кочки». Плотнокустовые злаки отличаются наибольшим долголетием, но в кормовом отношении большинство из них (белоус, ковыли, щучка, овсяница степная, овсяница пестрая и др.) малоценно.

Укорневищно-рыхлокустовых злаков кущение происходит одновременно по типу корневищных и рыхлокустовых злаков, но корневища обычно не достигают большой длины — у лисохвоста лугового, мятлика лугового (рис. 280), овсяницы красной и др.

У многолетних злаков образование побегов происходит более активно с весны, затем этот процесс несколько затухает, а с середины лета побегообразование снова увеличивается.

У злаков различают 2 типа побегов: репродуктивные и вегетативные. Репродуктивные, или генеративные, побеги несут соцветия и в дальнейшем образуют плоды и семена.

Вегетативные побеги не образуют репродуктивных органов, лучше облиственны и более нежные. Наличие вегетативных побегов у кормовых злаков — явление положительное, так как они улучшают кормовые качества этих трав, а у хлебных злаков присутствие вегетативных побегов считается крайне нежелательным, ибо они растягивают период созревания хлебов, затрудняют уборку и тем

самым снижают урожай. При нескольких укосах в лето злаки образуют главным образом вегетативные побеги.

По высоте побегов различают низовые (мятлик, полевица белая и др.) и верховые кормовые злаки (тимофеевка луговая, овсяница луговая, пырей ползучий и др.). При одинаковых условиях произрастания низовые злаки (мятлик, душистый колосок, трясунка, полевица белая и др.) всегда имеют меньшую высоту стебля, чем верховые (тимофеевка, овсяница луговая, пырей ползучий, костер безостый, ежа сборная и др.).

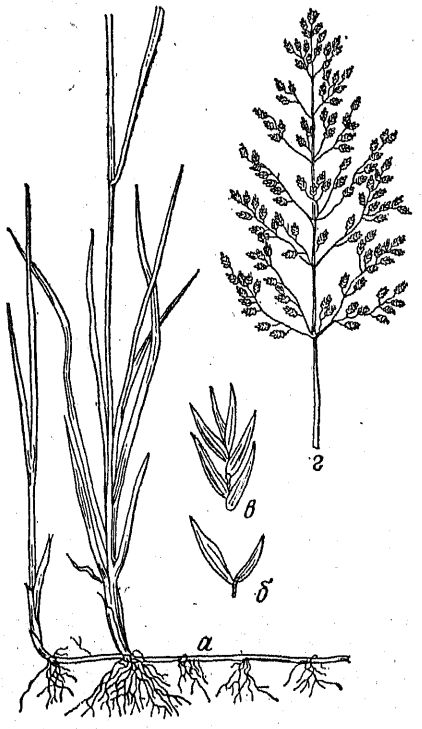


Рис. 280. Корневищно-рыхлокустовой злак мятлик луговой:

а — корневище с побегами и придаточными корнями; *б* — колосковые чешуи; *в* — колосок без колосковых чешуй; *г* — метелка

Цветки мелкие, невзрачные, чаще зеленоватые. Околоцветник сильно редуцирован; его лепестки превращены в пленки, или чешуи. Каждый цветок состоит из 2 цветковых чешуй — наружной (нижней) и внутренней (верхней). Внешне чешуи отличаются по величине и форме: наружная — более крупная, зеленая, довольно плотная; внутренняя — нежная, тонкая, более узкая. Наружная цветковая чешуя имеет резко выраженные жилки, а посередине — острое ребро, которое называется килем. Часто наружная чешуя заканчивается остью различной длины или остевидным отростком. При анатомическом изучении установлено, что ости злаков имеют большое количество устьиц, через которые испаряется много воды, что содействует лучшему притоку питательных веществ к созревающим зерновкам. У безостых форм устьица сосредоточены на концах чешуй. Эту чешую можно сравнивать по строению с листом: длинная ость — видоизмененная листовая пластинка, а сама чешуя соответствует влагалищу листа. По происхождению наружная (нижняя) цветковая чешуя представляет собой прицветный лист. Верхняя цветковая чешуя закрывает внутренние части цветка (тычинки и пестики). Она образовалась в результате срастания 2 чешуй, на что указывают особенности ее анатомического строения. К центру от цветковых чешуй имеется 2 маленькие нежные околоцветные пленочки, которые называются лодикулы (lodiculae).

Эти пленочки выполняют существенную роль: во время цветения они набухают, раздвигают цветковые чешуи и тем самым способствуют раскрыванию цветка. Цветки злаков обычно обоеполые, но бывают и однополые — тычиночные и пестичные (кукуруза, зубровка, сорго и др.). Чаще цветки имеют 3 тычинки (рис. 281), реже 2 (у душистого колоска) или 6 (у риса, тростника, бамбука). В отличие от осоковых пыльники у злаков прикрепляются к тычиночной нити серединой, что способствует лучшему раскачиванию их ветром. Пестик 1 из 2 плодолистиков, с очень коротким столбиком и, как правило, с 2 перистыми рыльцами, завязь верхняя (рис. 282). Цветки злаков образуют простые соцветия — колоски, которые в свою очередь собраны в сложные соцветия — сложный колос, метелку, ложный колос, початок.

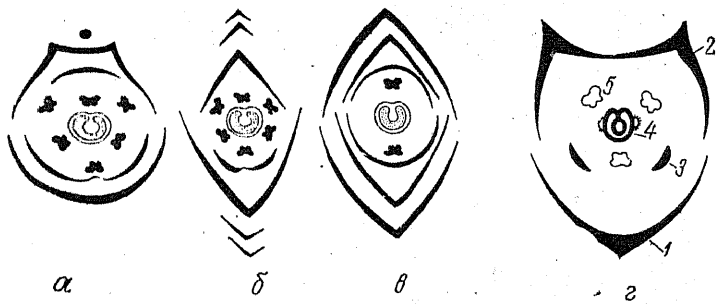


Рис. 281. Диаграмма цветков различных злаков:

а — бамбук с 6 тычинками и 3 околоцветными пленками; *б* — рис с 6 тычинками и 2 пленками; *в* — душистый колосок с 2 тычинками, 2 цветковыми пленками и 4 колосковыми чешуями; *г* — типичный цветок злака; *1* — нижняя цветковая чешуя; *2* — верхняя цветковая чешуя; *3* — околоцветные пленки; *4* — пестик; *5* — тычинки

К о л о с о к состоит обычно из нескольких цветков и редко из 1 цветка (ячмень, полевица). У основания каждого колоска имеются обычно 2, иногда 3 (просо) к о л о с к о в ы е, или к р о ю щ и е, чешуи. По строению они более грубые и чаще длиннее цветковых чешуй, но бывают и короче их (у ячменя). Число цветков в колоске является систематическим признаком.

Цветки в соцветиях злаков раскрываются неодновременно. В многоцветном колоске сначала зацветают нижние цветки. В сложном колосе цветение начинается с середины колоса, оттуда распространяется одновременно вверх и вниз. В метелке сначала зацветают цветки верхних колосков.

Плод сухой, не раскрывающийся — зерновка, для которого характерно срастание околоплодника с семенной оболочкой. Окраска околоплодника зерновки желтая, красная, серая и др. Окраска зерновки является хорошим отличительным признаком мелких, внутривидовых систематических единиц (разновидностей), особенно у возделываемых злаков (пшеница, ячмень, рис, кукуруза и др.).

Анатомическое строение зерновки сложное. Вся внутренняя часть ее состоит из крахмалистого эндосперма, наружный слой — из толстостенных клеток, богатых белком (алейроновые зерна), поэтому он называется алейроновым слоем. У основания зерновки расположен зародыш, который примыкает к эндосперму одной стороной и граничит с ним щитком, являющимся единственной семядолей зародыша злака. Некоторые ботаники считают, что у многих

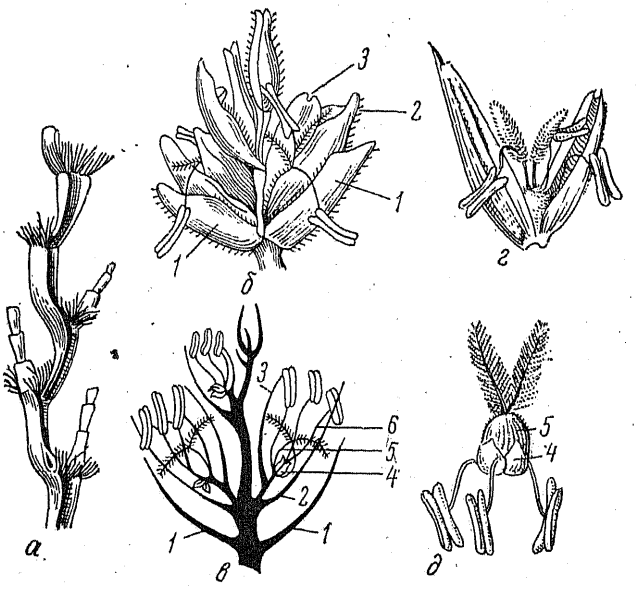


Рис. 282. Пшеница мягкая:

а — стержень сложного колоса пшеницы, на уступах которого помещаются колоски; *б* — отдельный колосок; *в* — схема колоска; *г* — отдельный цветок; *д* — цветок без цветковых чешуй; *1* — колосковые чешуи; *2* — нижняя цветковая чешуя; *3* — верхняя цветковая чешуя; *4* — околоцветные пленки (лодикулы); *5* — пестик с рыльцем; *6* — тычинки

злаков имеется и 2-я семядоля, которая недоразвивается и носит специальное название эпибласт. Образуется эпибласт в зародыше злака с противоположной стороны от щитка.

У некоторых хлебных злаков зерновка плотно одета цветковыми пленками, в результате чего образуется пленчатое зерно (некоторые разновидности овса, ячменя, просо, рис). Наличие голозерных форм злаков, у которых зрелые зерновки не покрыты цветковыми пленками, является результатом многовекового искусственного отбора (пшеница, кукуруза, голозерный ячмень, голозерный овес и др.), у дикорастущих же форм этих растений зерновки пленчатые. Дикорастущие формы злаков в отличие от культурных имеют различные приспособления, которые способствуют осыпанию зерновок

(овсюг, дикая рожь, дикий ячмень и др.), тем самым облегчается обсеменение, а следовательно, и распространение этих растений.

У злаков происходит своеобразное прорастание семян. При прорастании семени наружу выходит 1-й лист — красноватый, зеленый или бесцветный. Он имеет форму колпачка (влагалища), внутри которого заключены последующие листья. Этот 1-й лист у злаков называется колеоптилем. При прорастании зерновки колеоптиль пробивает почву своей твердой верхушкой, затем разрывается, и через этот разрыв выходят последующие листья.

Большинство злаков ветроопыляемые (кукуруза, рожь, сорго, суданская трава, многие луговые кормовые злаки — тимофеевка, костер безостый, ежа сборная, овсяница и др.). К самоопыляющимся злакам относятся немногие (ячмень, пшеница, овес, рис), но у них возможно перекрестное опыление.

Эволюция в семействе злаков шла от обоеполых цветков к однополым, происходило уменьшение числа тычинок от 6 до 3 и даже до 2 и 1.

Семейство злаков подразделяется на 3 подсемейства: бамбуковидные, просовидные и мятликовидные.

1. Подсемейство бамбуковые (Bambucoideae). Бамбуковидные представляют собой наиболее древнюю группу злаков. Это подсемейство объединяет свыше 200 видов. Большинство многолетние древовидные растения, произрастающие в тропической Юго-Восточной Азии, в Африке, Австралии. Стебли достигают 50 м, равномерно толстые, цилиндрические, часто ветвящиеся. Стенки стеблей плотные, отличаются исключительной прочностью, имеют очень гладкую поверхность. Междоузлия полые, узкие, выполненные.

Многолетние бамбуки обладают сильно развитыми корневищами со многими почками, из которых формируются новые побеги. Листья ланцетовидные, сравнительно короткие, на очень коротких черешках. Соцветие в виде метелки. Колоски 1, 2- и многоцветковые. Цветок имеет чаще 6 тычинок, пестик 1 с 2...3 столбиками. Плод — зерновка, редко орешек или ягода.

Бамбук отличается быстрым ростом, особенно весной, в это время прирост стебля бамбука достигает 50...100 см в сутки.

В биологии цветения многолетних бамбуков наблюдается характерная особенность. Они цветут 1 раз в жизни, причем в неопределенное время, и одновременно зацветают все растения одного поля. После плодоношения растения отмирают. Эта биологическая особенность бамбука еще не изучена.

Во многих странах Азии бамбук возделывается очень широко. В СССР бамбук выращивается на Кавказском побережье Черного моря. Бамбук имеет широкое применение, из него изготовляют водопроводные трубы, столбы, сваи, он используется как строительный материал. Из молодых стеблей плетут корзины, делают удилища; корневища и молодые побеги бамбука используют в пищу.

2. Подсемейство просовидные (Panicoideae). Колоски одноцветковые, колосковых чешуй больше 2.

Род кукуруза, маис (Zea L.) представлен одним видом, известным в культуре.

Кукуруза (Z. mays L.) — однолетнее однодомное ветроопыляемое растение. Стебли прямые, выполненные рыхлой паренхимой, иногда ветвистые у основания. Листья широколанцетовидные, по краям волокнистые, сверху опушенные, длиной 80...100 см и шириной 5...15 см, с резко выраженной средней жилкой.

Количество листьев на стебле зависит от скороспелости сорта: чем скороспелее сорт, тем меньше на стебле листьев и наоборот.

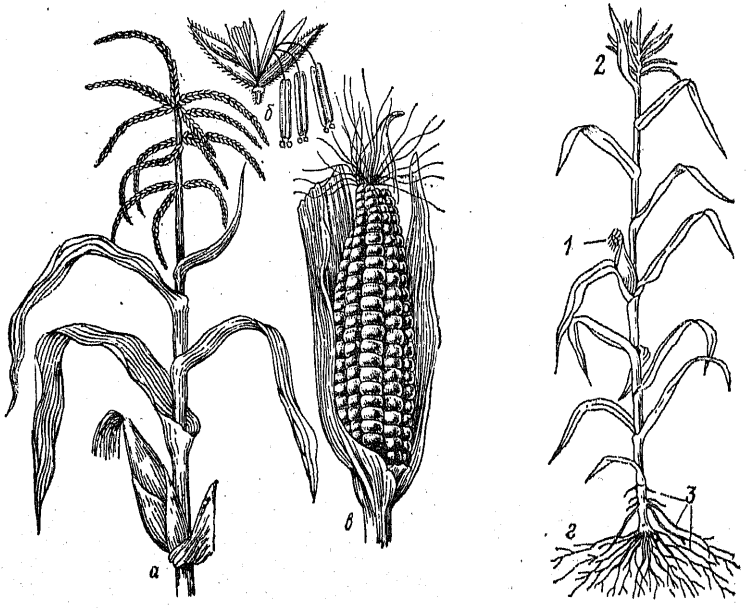


Рис. 283. Кукуруза:

а — верхняя часть растения; *б* — отдельный тычиночный колосок; *в* — зрелый початок; *г* — общий вид растения; *1* — початок в обертке; *2* — метелка с тычиночными цветками; *3* — придаточные корни

Позднеспелые сорта имеют 20...26 листьев, ранние — 10...13. Число листьев соответствует числу междоузлий.

Кукуруза имеет раздельнополые цветки и 2 разных соцветия: мужское и женское. Мужские (тычиночные) цветки состоят из 3 тычинок (в колоске по 2 цветка), собраны в соцветие — метелку, которая расположена всегда на верхушке основного побега, так как развивается из его конуса нарастания.

Женские (пестичные) цветки имеют 1 пестик и собраны в соцветия (початок), которые образуются на стебле в пазухе листьев из конуса нарастания боковых побегов (рис. 283). Початки всегда развиваются на растении позднее метелки и зацветают также позднее метелок на 5...8 дней. Початок состоит из стержня и листовой обертки. На стержне початка рядами расположены колоски. Колосок

имеет 2 цветка, но 1 из них не развивается. На початке образуется 200... 800 зерен.

Женские цветки имеют очень длинные, нитевидные, шелковистые столбики, которые перед опылением выходят из обертки наружу, образуя пучок нитей. Каждый столбик заканчивается волнистым клейким 2-лопастным рыльцем. Процесс оплодотворения наступает через 25...30 ч после опыления. Кукуруза — типичное ветроопыляемое растение. В одной метелке кукурузы формируются до 50 млн. пылинок.

Плод — зерновка различной окраски: белой, желтой, красной, фиолетовой и др. Зерновка имеет сильно развитый эндосперм и крупный зародыш. Эндосперм занимает бо́льшую часть зерновки и состоит из алейронового слоя и крахмалистого содержимого. Та часть эндосперма, которая примыкает непосредственно к зародышу, представлена главным образом рыхло расположенными зернами крахмала. Периферийная же часть эндосперма имеет более плотное строение за счет большого количества белка и плотно расположенных зерен крахмала, это так называемая роговидная часть эндосперма. В зародыше много жирного масла. Сверху зерновка покрыта оболочкой.

Зерно кукурузы содержит в пересчете на сухое вещество 60... 65% крахмала, 11...14% протеина, 4...8% жира. В желтых семенах кукурузы имеется провитамин А, которого в белосемянных сортах очень мало, или он совсем отсутствует.

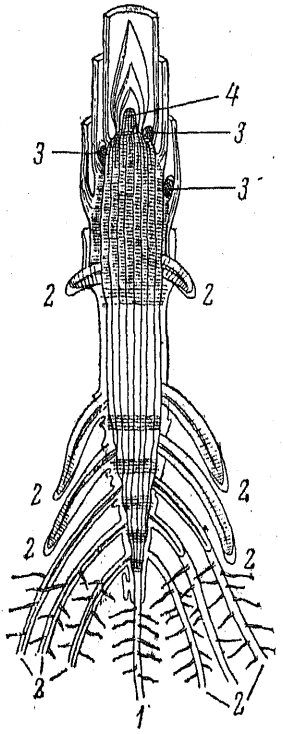


Рис. 284. Молодые растения кукурузы (продольный разрез):

1 — главный корень; *2* — придаточные корни; *3* — боковые пазушные почки; *4* — верхушечная почка

Корневая система у кукурузы, как и у всех злаков, мочковатая, но более мощная, она проникает на глубину и в стороны до 100...150 см и состоит из 2 типов корней: главного и придаточных (рис. 284).

При прорастании семени у кукурузы появляется из корешка зародыша 1 основной, главный, корень, который затем разветвляется. Почти одновременно с главным корнем (позднее на 2... 3 дня) развивается из зародыша несколько придаточных корней. В дальнейшем у молодых растений кукурузы формируется из оснований нижних подземных сближенных междоузлий еще несколько придаточных узловых корней. Воздушные придаточные корни распределяются вокруг нижней части стебля в несколько

ярусов. Каждый вновь образовавшийся придаточный корень, разрастаясь, формирует боковые корни. Придаточные корни кукурузы часто называются опорными, так как они предохраняют высокие растения от полегания.

Вид Z. mays очень разнообразен, его разделяют на подвиды: кукуруза крахмалистая [Z. m. convar. amylacea (Sturt.) Montag.], кукуруза кремнистая (Z. m. convar. vulgaris Körn.), кукуруза лопающаяся (Z. m. convar. microsperma Körn.), кукуруза зубовидная (Z. m. convar. dentiformis Körn.), кукуруза сахарная (Z. m. convar. saccharata Körn.), кукуруза восковидная (Z. m. convar. ceratina Körn.), кукуруза крахмалисто-сахарная (Z. m. convar. amyleo-saccharata Sturt.).

Кроме того, выделяют кукурузу пленчату ю (Z. m. subsp. tunicata Sturt.).

В практике сельского хозяйства большие посевные площади представлены сортами зубовидной кукурузы. Происхождение культурной кукурузы до сих пор не выяснено.

Родина кукурузы — Центральная Америка (Мексика). На основании раскопок установлено, что кукуруза высевалась местным населением свыше 3000 лет до н. э. Более древние посевы кукурузы были в Перу, Боливии, Мексике, где зерно ее являлось главным продуктом питания индейцев. На территории Советского Союза кукуруза появилась примерно 200 лет тому назад.

В Центральной и Южной Америке растет в диком виде растение, сходное с кукурузой, — тео-синте. Раньше считали тео-синте родоначальником культурной кукурузы, теперь доказана несостоятельность этого предположения.

Род сорго (Sorghum Moench) представлен большим количеством (около 50) дикорастущих и культурных видов. Соцветие — метелка разнообразной формы. Колоски парные, один содержит обоеполый цветок, другой — мужской цветок.

Сорго обыкновенное (S. vulgare Pers.) — однолетнее высокорослое растение, высотой 150...300 см, с сочными, выполненными стеблями, некоторые формы способны куститься. Листья линейные. Соцветие — метелка. Цветки собраны в колоски. Каждый колосок парный: один — сидячий, обоеполый, другой — на ножке, мужской. Отличается высокой засухоустойчивостью. В зависимости от использования делится на 3 группы: сорго зерновое, сорго сахарное и сорго веничное (рис. 285). Возделывается главным образом в засушливых степных районах. Родина — Африка и Азия.

Джугара (S. cernuum Host) отличается изогнутой осью стебля под соцветием. Соцветие с сильно укороченными веточками, плотное. Зерна крупные. Очень засухоустойчивый вид. В СССР возделывается в Туркмении.

Гаолян (S. nervosum Bess.) — однолетнее растение. У нас возделывается в Приморском крае как кормовое растение. За пре-

делами СССР широко возделывается в качестве продовольственной культуры.

Суданская трава (S. sudanense Stapf.) — в культуре однолетнее кормовое растение, высотой 100...200 см. Имеется большое разнообразие форм по скороспелости, высоте, окраске зерен. Листья у́же, чем у сорго и кукурузы. Характеризуется способностью быстро отрастать после укоса (дает в лето 3...4 укоса). Этот облиственный однолетний злак благодаря наличию мощной длинной мочковатой корневой системы (150...220 см) отличается засухоустойчивостью.

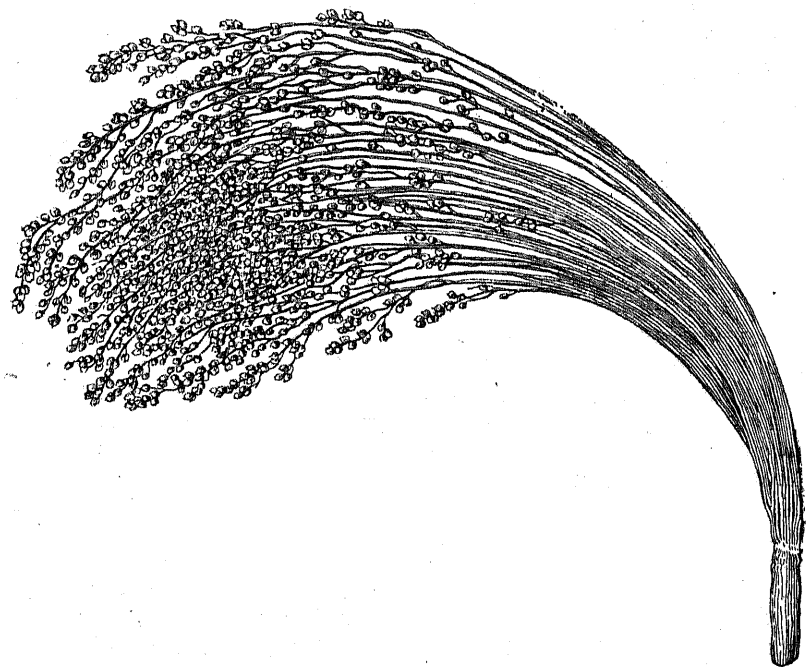


Рис. 285. Сорго веничное

К недостаткам растения следует отнести наличие в зеленой массе синильной кислоты (до 0,05%), количество которой изменяется под влиянием климатических условий. При поедании больших количеств зеленой массы суданской травы возможно отравление животных. Возделывается в степных и полупустынных районах СССР. Родина — Африка, где суданская трава растет в диком виде как многолетнее растение.

Род сахарный тростник (Saccharum L.) объединяет дикорастущие и культурные виды.

Сахарный тростник культурный, или благородный (S. officinarum L.), — многолетнее травянистое,

высокорослое (4...6 м), корневищное, быстрорастущее многостебельное тропическое растение. Соцветие — верхушечная метелка. Внешне сходен с тростником обыкновенным и сорго веничным. На сахар используются стебли, которые убирают до образования соцветий. Стебли содержат 16...18% сахара. Существует большое количество сортов, которые размножаются преимущественно вегетативно.

В СССР сахарный тростник благородный не возделывается, но в Средней Азии в поймах р. Сырдарья и Амударья растет дикорастущий вид сахарного тростника — S. spontaneum L. — высотой до 2 м, его стебли содержат сахара до 4%.

Род п р о с о (Panicum L.) объединяет 400 видов, среди них дикорастущие, сорные, культурные.

П р о с о к у л ь т у р н о е (P. miliaceum L.) — однолетнее возделываемое растение, высотой 70...200 см. Стебли полые, обычно опушенные. Листья мягкие, удлиненные. Соцветие — метелка различной плотности, прямая или пониклая. Колоски из 1 цветка, цветковых чешуй 2, колосковых 3. Плод — пленчатая зерновка, которая после обрушивания широко используется в качестве пшенной крупы. Зерновки бывают различной окраски — белые, желтые, красные и др. Возделывается в степных районах. Засухоустойчивое. Близки к просу ч у м и з а и м о г а р.

Из рода р и с (Oryza L.) известно около 20 видов, из них заслуживает исключительного внимания рис посевной.

Р и с п о с е в н о й (O.sativa L.) — однолетнее растение. Стебли тонкие прямостоячие, высотой 50...120 см, листья линейные. Соцветие метелка. Цветок обоеполый, тычинок 6, пестик 1. Колоски одноцветковые. Плод — пленчатая зерновка. Зерновка риса содержит (на сухое вещество) около 75% крахмала, белка — больше 7%, жира — около 0,5%.

Одна из ценнейших крупяных культур. В Индии рис называют «хранителем человеческого рода», так как во многих странах Азии рис является основной пищевой культурой. Основные посевы риса сосредоточены в Индии, Бирме и других странах. В СССР посевы риса размещены в южных районах, где он чаще высевается на поливных землях. Рис — единственное культурное растение, которое растет на полях, затопленных водой во время вегетации. В СССР созданы ценные сорта риса, некоторые из них выращиваются на неполивных (богарных) землях. Рис возделывается рассадным способом. В диком виде растет в тропических районах Азии, Африки.

3. Подсемейство мятликовидные (Poaideae). К этому подсемейству относится большинство ценных зерновых хлебных злаков и лугопастбищных трав.

Род т и м о ф е е в к а (Phleum L.) в СССР представлен 11 видами, из которых наибольшее кормовое значение имеет тимофеевка луговая.

Т и м о ф е е в к а л у г о в а я (Ph. pratense L.) — многолетний верховой (50...150 см) рыхлокустовой злак. Стебли обычно прямостоячие, но имеются формы и со стеблями, направленными в стороны,

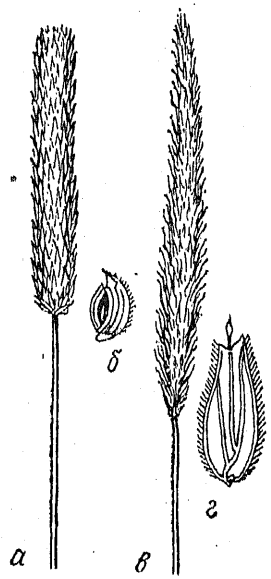
поэтому кусты бывают прямостоячие, плотные, рыхлые и развалистые. Самые нижние, часто подземные, узлы стеблей тимофеевки имеют вздутия в виде луковичек. Листья часто пониклые, шероховатые. Соцветие — султан (колосовидная метелка; рис. 286). Колоски одноцветковые, цветковых чешуй 2, они короче колосковых. Колосковых чещуй 2, они заканчиваются короткими остевидными выростами. Тычинок 3, пыльники фиолетовые, пестик 1. Зерновки мелкие, светло-серые, блестящие, легко отделяются от пленок. Тимофеевка луговая — типичный северный луговой злак, в степной зоне она встречается редко, относится к лучшим кормовым злакам. Широко распространена в полевом травосеянии.

Тимофеевка степная [Ph. phleoides (L.) Karst.] — многолетний злак. Листья сизые от сильного воскового налета. Засухоустойчивое растение, распространено в диком виде в степной зоне.

Тимофеевка альпийская (Ph. alpinum L.) — многолетнее невысокое (15...24 см, реже 40 см) растение. Растет на высокогорных лугах и пастбищах. Имеет короткие корневища.

Из рода лисохвост (Alopecurus L.) в СССР произрастает около 30 видов, из них наибольшее значение имеет лисохвост луговой.

Лисохвост луговой (A. pratensis L.) — многолетний верховой рыхлокустовой, раннеспелый злак, высотой 30... 120 см. Имеет короткие корневища. Соцветие — султан. Листья длинные, мягкие. Внешне сходен с тимофеевкой луговой, но отличается от нее по строению соцветия. Колоски одноцветковые, колосковые чешуйки мохнатореснитчатые, сращены друг с другом почти до середины. Цветковая чешуя одна, несет тонкую, нежную, мягкую, удлиненную ость, которая у тимофеевки отсутствует. Зерновки плоские, довольно крупные, трудно отделяются от цветковых пленок. Характерной особенностью его является раннее развитие и быстрый переход к фазам колошения и цветения. Произрастает чаще на лугах северной части СССР.



Рис, 286. Кормовые злаки:

а — султан тимофеевки луговой; *б* — плод; *в* — султан лисохвоста лугового; *г* — плод

Род полевица (Agrostis L.) объединяет свыше 100 видов, из них в СССР растет около 30.

Полевица побегообразующая (A. stolonifera L.) достигает высоты 40...50 см, обычно со стелющимися и укореняющимися в узлах удлиненными вегетативными надземными побегами. Метелки длиной 4...15 см, колоски длиной 1,2...2,5 мм. Произра-

стает во всех областях нечерноземной полосы. Хорошее кормовое растение. Растет на лугах и полях.

Полевица беловатая (A. albida Trin.) сходна с предыдущим видом; колоски длиной 1,2...1,6 мм.

Полевица собачья (A. canina L.) характеризуется длинными свернутыми листьями, с длинным язычком.

Из рода ковыль (Stipa L.) в СССР произрастает 57 видов. Это многолетние засухоустойчивые травы. Типичные степные растения. Стебли прямостоячие, высотой 80...100 см. Листья узкие и обычно вдоль свернутые. Соцветие — метелка. Колоски одноцветковые. Плод — пленчатая зерновка. Нижняя цветковая чешуя кожистая, всегда с длинной остью, обычно коленчатосогнутой, перистая, с волосками. При помощи этой ости зерновки после созревания легко переносятся ветром и вкручиваются в почву. Поедается животными в молодом возрасте, до выбрасывания соцветий. Наиболее распространенными являются ковыль волосатик (S. capillata L.), ковыль Лессинга (S. lessingiana Trin. et Rupr.) и др.

Род луговик (Deschampsia Beauv.) представлен многолетними травами. Колоски мелкие, содержат 2 обоеполых цветка с остями. Соцветие — развесистая метелка. Листья длинные, с продолговатым язычком. Типичный представитель — луговик дернистый.

Луговик дернистый, или щучка [D. caespitosa (L.) Beauv.], — плотнокустовой верховой, с хорошо развитой корневой системой злак. Стебли прямостоячие, упругие, несущие редкую, развесистую, серебристую метелку. Листья длинные, очень жесткие, ярко-зеленые, блестящие, с верхней стороны имеют сильно выступающие параллельные жилки. Колоски мелкие, 2-цветковые. Предпочитает сырые и влажные луга, растет также на суходольных лугах. На сенокосах и пастбищах образует довольно крупные кочки и тем самым способствует ухудшению кормовой ценности тех угодий, с которых щучка вытесняет более ценные кормовые травы.

Род овес (Avena L.) объединяет большое разнообразие однолетних и многолетних видов, среди которых имеются культурные, дикорастущие и сорные.

Овес посевной (A. sativa L.) — однолетнее растение. Листья шероховатые, язычок короткий. Соцветие — метелка, раскидистая или сжатая. Колоски 2...3-цветковые, сидят на очень тонких веточках. Зерновка окружена цветковыми чешуями и при обмолоте не вымолачивается, но имеются и голозерные формы овса. При созревании зерновки не осыпаются. Зерно овса отличается исключительной питательностью, оно содержит (в пересчете на сухое вещество) белка до 18%, жира — 4...6,5%, крахмала — до 40%. Из зерна овса получается высокопитательная крупа, хлопья — геркулес. В практике сельского хозяйства овес имеет наибольшее распространение как корм для лошадей.

Овсюг обыкновенный, или овес пустой (A. fatua L.), засоряет посевы зерновых культур, особенно овса. Внешне похож на овес посевной. Растение однолетнее. Зерновка овсюга в колоске имеет при основании особое сочленение в виде подковки (у зерновки овса культурного ее нет); зерновки по мере созревания у подковки отделяются и осыпаются. Это очень злостный сорняк Поволжья и Казахстана.

Род мятлик (Poa L.) объединяет 107 видов. Наибольшее значение имеет мятлик луговой.

Мятлик луговой (P. pratensis L.) — низкорослый (15... 40 см) корневищно-рыхлокустовой, теневыносливый злак. Хорошо отрастает после стравливания. Листья мягкие, оканчиваются сверху «колпачком» в виде остроконечного носа лодки, по этому признаку мятлик луговой легко отличается от других злаков. Язычок притупленный. Соцветие — пирамидальная метелка. Колоски многоцветковые (3...5). Зерновки мелкие, 3-гранные, пленчатые.

Мятлик луковичный, или мятлик живородящий (P. bulbosa L.), имеет на метелке выводковые луковички. Эти луковички при созревании опадают и дают начало новому растению.

Из рода овсяница (Festuca L.) в СССР растет свыше 50 видов.

Овсяница луговая (F. pratensis Huds.) — многолетний высокорослый рыхлокустовой злак. Листья с нижней стороны темно-зеленые, блестящие; с верхней — светло-зеленые, матовые. Влагалище листа открытое. Основная масса листьев сосредоточена у основания куста. Соцветие — узкая, сжатая метелка с короткими веточками, которые у основания метелки собраны попарно.

Овсяница бороздчатая, или типчак (F. rupicola Heuff.), — типичное степное, низкорослое (20...50 см), пастбищное растение. Листья узкие, сложенные вдоль, сосредоточены у основания куста. Колоски многоцветковые.

Род костер (Bromus L.) объединяет однолетние и двулетние травы. Соцветие — метелка, образованная крупными многоцветковыми колосками. Листья линейные, влагалище закрытое. Обитают от тундры до пустыни. Наиболее распространены следующие виды.

Костер ржаной (B. secalinus L.) — однолетнее или озимое растение. Колоски многоцветковые, нижняя цветковая чешуя с остью. Листья сверху и по краям волосистые. Язычок короткий, рассеченный. Злостный сорняк, особенно часто встречается в посевах ржи.

Костер полевой (B. arvensis L.) — однолетнее, высотой 30...50 см растение. Колоски многоцветковые, собранные в метелку. Нижняя колосковая чешуя с остью. Листья и влагалище мохнатые, язычок длинный. Сорняк.

Род зе́рна, или костер многолетний (Zerna Panz.), объединяет растения с длинными подземными побегами; дерновин не образует. Влагалища обычно голые.

Зе́рна безостая [Z. inermis (Leyss.) Lindm.], костер безостый (Bromus inermis Leyss.), — верховой (80... 150 см) корневищный, высокоурожайный, ценный кормовой, многолетний злак. Колоски многоцветковые, без остей. Колосковые чешуи короче колосков. Листья плоские, широколинейные, язычок короткий.



Рис. 287. Кормовые злаки:

а — плод ежи сборной; *б* — соцветие лопастная метелка ежи сборной; *в* — колосок ежи сборной; *г* — нижняя часть растения бекмании; *д* — соцветие сложный колос бекмании; *е* — плод бекмании; *ж* — чешуйка

Род е ж а (Dactylis L.) объединяет многолетние высокорослые злаки. Характерным представителем является ежа сборная.

Е ж а с б о р н а я (D. glomerata L.) — долголетний высокорослый (60...150 см) злак. Соцветие — лопастная метелка, на концах веточек ее сидят пучки колосков (рис. 287), колосок содержит 3...4 цветка. Колосковых чешуй 2. Листья узкие, длинные (до 70 см), светло-зеленые, с нижней стороны ясно выражена центральная жилка (в виде киля); язычок крупный. Влагалище замкнутое.

Из рода т р о с т н и к (Phragmites Adans.) в СССР встречается 3 вида, растущие по берегам рек, озер, морей и болот. Растет главным образом в лесной зоне.

Тростник обыкновенный (Ph. communis Trin.) — многолетний корневищный злак. Стебли прямые, высотой 150... 200 см, а в зарослях по Амударье достигают 9 м. В колоске 3...7 цветков, нижние — тычиночные, верхние — обоеполые, темно-бурые с фиолетовым оттенком. Собраны в крупные почти однобокие метелки. Листья широкие, плоские, жесткие. Вместо язычка ряд волосков. Стебли прямостоячие, толстые, с ясно выраженными узлами.

Род пырей (Elytrigia Desv.) в СССР представлен большим количеством видов (свыше 50). Ценные кормовые травы.

Пырей ползучий [E. repens (L.) Nevski] — многолетний высокорослый, корневищный злак. В колоске 2...5 цветков, бледно-зеленых с красно-фиолетовым оттенком. К стеблю колоски прикреплены своей широкой стороной, собраны в соцветие — сложный колос. Листья довольно узкие, сверху острошероховатые. Ценное кормовое растение. Злостный, трудноистребляемый сорняк.

Из рода житняк (Agropyron Gaertn.) в Советском Союзе известно несколько видов; преимущественно многолетние травы, ксерофильного типа.

Житняк гребневидный [A. pectinatum (Bieb.) Beauv.] — многолетний степной, засухоустойчивый злак, высотой 20... 70 см. Колосья длиной 2...6 см, шириной 8...20 мм, гребневидные, рыхлые, широкие, плоские, вверху суживающиеся; колоски голые. Нижняя цветковая чешуя с короткой остью.

Житняк сибирский [A. sibiricum (Willd.) Beauv.] образует довольно густые дерновины; листовые пластинки шириной 1,5... 5 мм. Колосья линейные, длиной 6...15 см, довольно плотные. Нижняя цветковая чешуя заостренная, безостая.

Род рожь (Secale L.) объединяет однолетние, двулетние и многолетние виды.

Дикорастущие виды ржи сосредоточены в странах Средиземноморья. В СССР несколько видов произрастает на Кавказе: рожь Куприянова (S. kuprijanovii Grossh.), рожь Вавилова (S. vavilovii Grossh.), рожь горная (S. montanum Guss.), рожь анатолийская (S. anatolicum Boiss.), рожь сорно-полевая [S. segetale (Zhuk.) Roshev.]. Дикорастущие виды ржи обычно отличаются наличием ломких колосьев, колоски которых по мере созревания отламываются, начиная сверху колоса, и осыпаются. Дикорастущие виды ржи за последнее время используются в СССР в селекционной практике для получения путем гибридизации с культурной рожью многолетних, многостебельных, хорошо отрастающих, высокоурожайных по зеленой массе и иммунных к болезням форм.

Рожь посевная, или рожь культурная (S. cereale L.), представлена озимыми и однолетними формами. Для нее характерна фиолетовая окраска всходов. Стебли прямостоячие, высотой 80...200 см, с 1 колосом на верхушке. Листья линейные, язычок слабо развит, ушки тонкие. Колос 4-гранный, чаще желтого цвета, неломкий, с 2 колосковыми чешуями. Колосок обычно дву-

цветковый, тычинок 3, пестик 1 с перистым двулопастным рыльцем. Зерновка наполовину закрыта цветковыми чешуями, в зрелом виде чаще желтая, продолговатой формы, глубокобороздчатая, на верхушке пушистая.

В практике сельского хозяйства рожь возделывается главным образом как озимая культура. Рожь — строго ветроопыляемое растение. Культурная рожь произошла от сорно-полевой ржи, которая в качестве сорняка хлебов произрастает на Кавказе, в Малой Азии.

Род пшеница (Triticum L.) объединяет около 30 видов. Все разнообразие видов разделяется на 2 группы: дикорастущие и возделываемые пшеницы. К дикорастущим пшеницам относятся: дикая однозернянка, дикая двузернянка, дикая пшеница Урарту, дикая халдская пшеница. К возделываемым видам относится гораздо большее число видов (14): пшеница мягкая, пшеница твердая, пшеница карликовая, пшеница тургидум и др.

Возделываемые виды пшеницы голозерные, дикорастущие имеют пленчатое зерно. Все виды пшеницы — однолетние травянистые растения. В практике сельского хозяйства наиболее распространенными являются всего 2 вида — пшеница мягкая и пшеница твердая. Происхождение возделываемых мягких и твердых пшениц до сих пор точно не установлено. Некоторые исследователи считают, что родиной мягких пшениц, по-видимому, является Закавказье, а твердых пшениц — районы Средиземноморья.

Пшеница мягкая, или пшеница летняя (T. aestivum L.), — колоски 3...5-цветковые. Колос чаще квадратно-цилиндрический, колоски с остями и без остей (рис. 288). Зерновки короткие, округлые, белой, красной, светло-фиолетовой окраски. Соломина полая.

Пшеница мягкая называется так потому, что на поперечном разрезе зерновка имеет обычно мучнистое (мягкое) строение. Наиболее разнообразный и наиболее распространенный в посевах вид пшеницы представлен яровыми и озимыми формами. Существует много сортов.

Пшеница твердая (T. durum Desf.) по сравнению с пшеницей мягкой имеет колосья более плотные, более грубые, остистые, ости грубые, колосковые чешуи по всей длине имеют хорошо выраженный гребневидный киль, который вверху переходит в острый зубец. Колоски 3...7-цветковые. Зерновка несколько удлиненная, в разрезе стекловидная (плотная); отличается высоким содержанием белка и клейковины. Соломина под колосом не полая (как у мягкой пшеницы), а выполненная. Возделывается преимущественно в степных районах.

Внутри каждого вида пшеницы имеется большое количество более мелких систематических единиц — разновидностей (varietas). Разновидности пшеницы выделяются по таким признакам, как окраска колоса, наличие остей, окраска остей, опушение пленок, окраска зерна и др.

Род ячмень (Hordeum L.) объединяет 29 видов, из них только 2 культурных. Растения однолетние и многолетние. Среди культурных ячменей существует большое количество сортов: остистые, безостые, с пленчатым и голым зерном, яровые и озимые.

Ячмень — очень пластичная культура, поэтому при наличии большого количества сортов высевается как в северных, так и в южных районах СССР.



Рис. 288. Соцветия хлебных злаков:

а — ячмень многорядный; *б* — ячмень двурядный; *в* — пшеница; *г* — овес; *д* — рис

Ячмень обыкновенный, или многорядный (H. vulgare L.), — культурный вид. Колос 4- или 6-гранный. Каждый колосок одноцветковый, с двумя колосковыми и двумя цветковыми чешуями. Колоски сидят группами по 3 на выступе колосового стержня. Тычинок 3, пестик 1.

Ячмень двурядный (H. distichon L.) — культурный вид. Колос плоский. На каждом стержневом уступе расположены 3 одноцветковых колоска, из которых развивается только 1— средний, 2 боковых остаются недоразвитыми.

Ячмень дикорастущий (H. spontaneum C. Koch)— однолетнее растение. Колос ломкий. Растет в степях, полупустынях и пустынях Афганистана, Ирана. В СССР произрастает в Закавказье и Средней Азии. От этого дикорастущего вида произошли культурные двурядные ячмени. Многорядные же культурные ячмени, по-видимому, произошли от многорядного дикорастущего ячменя.

В семейство злаки входит большинство представителей, имеющих огромное значение в жизни человека. Наибольшие посевные площади сельскохозяйственных культур, возделываемых человеком для пищевых целей, заняты именно хлебными злаками, из которых



Рис. 289. Канарские финиковые пальмы

на первом месте стоит пшеница, на втором — кукуруза, а затем идут рис, овес, ячмень, просо и др. Зерно хлебных злаков широко используется на корм животным — ячмень, овес, рожь, кукуруза, просо, сорго; они дают высокие урожаи соломы, которая употребляется на корм и на подстилку животным. На корм используются и отходы, получаемые при обработке зерна (отруби, мякина).

Основную массу кормов в виде сена и пастбищной массы в СССР дают дикорастущие злаки, из которых наиболее распространенными являются пырей, костер, овсяница, ежа сборная, мятлик, полевица, лисохвост, ковыль, житняк и др. Многие кормовые злаки возделываются на полях: тимофеевка, житняк, овсяница и др. Среди злаков много технических культур (кукуруза, пшеница, ячмень), используемых для получения спирта, пива.

Из сахарного тростника вырабатывается больше 50% всей мировой продукции сахара. Такие злаки, как бамбук, тростник, широко используются в качестве строительного материала.

Имеются среди злаков и злостные сорные растения — джонсонова трава, или гумай, пырей ползучий, свинорой, овсюг и др.

Порядок пальмоцветные (Palmales). Происхождение этого порядка не совсем ясно. Хотя строение цветка у них сходно с лилиецветными, но родство между этими порядками установить трудно. Возможно, пальмоцветные произошли непосредственно от многоплодниковых (семейства аноновые).

Семейство пальмы (Palmae). Это семейство объединяет свыше 1200 видов исключительно тропических растений. Наибольшее разнообразие пальм сосредоточено в Индонезии, Африке и Южной Америке в зоне тропиков.

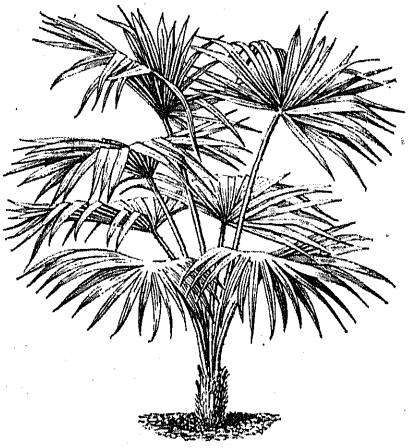


Рис. 290. Хамеропс низкий

Для всех пальм характерно наличие прямого, неветвящегося ствола высотой до 80 м; существуют и карликовые виды. Листья крупные, чаще веерообразные или перистые, обычно на длинных черешках, имеют влагалище, которое охватывает ствол. Чаще листья сосредоточены на верхушке ствола (рис. 289). Цветки однополые и двуполые, некоторые виды двудомные. Тычинок 6, реже 9 и 3. Соцветие чаще в виде крупных метелок или разветвленного початка. Плод — сухая или мясистая костянка или ягода, различной величины, самые крупные плоды у сейшельской пальмы, у которой они достигают 25 кг и больше.

В тропиках пальмы представляют собой самое ценное для человека растение. Плоды их дают пищу, масло, сладкий сок, а стволы— строительный материал и т. д. Древесина некоторых пальм очень лёгкая. Из волокон листьев плетут шляпы и корзины. Из листьев получают бумагу.

Кокосовая пальма (Cocus nucifera L.) имеет перистые листья, собранные на верхушке ствола. Плод — костянка, называется кокосовым орехом, достигает 8 кг. Каждое дерево образует 20...60 плодов. Кокосовые орехи часто переносятся морскими течениями на большие расстояния. В незрелом состоянии кокосовые орехи дают сок в виде молока. Из мякоти (копра) плода получается кокосовое масло. Растение тропиков. На Черноморском побережье Кавказа эта пальма разводится как декоративное дерево, но зрелых плодов не образует.

Финиковая пальма (Phoenix dactylifera L.) — высокие деревья. Листья перистые. Плод — односемянная ягода — финик. Финики широко используются в пищу местным населением (арабами). В вяленом виде финиковые ягоды содержат много сахара, до 70%, 2,5% жира и около 2% белков. В СССР выращивается в субтропиках как декоративное растение и только в Туркмении на берегах р. Атрек разводится для получения плодов.

Хамеропс низкий (Chamaerops humilis L.) широко распространен как декоративное растение на Черноморском побережье Кавказа. Листья крупные веерообразные. Растение низкорослое. Выращивается и как комнатное декоративное растение (рис. 290).

Порядок рогозоцветные (Typhales). Представлен семейством рогозовые.

Семейство рогозовые (Typhaceae). Небольшое семейство, состоит всего из 1 рода — рогоз (Typha L.), произрастающего на болотных, сильно увлажненных местах.

Многолетние травы, с толстыми корневищами. Стебли высокие, с длинными листьями. Цветки мелкие однополые. Соцветие — длинный, цилиндрической формы початок, верхняя часть его состоит из мужских цветков, нижняя — из женских. Плод — орешек.

Раздел III. ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В природе нет ни одного вида растений, который бы произрастал во всех климатических зонах земного шара. Для нормального развития и территориального распространения каждого вида необходимы определенные условия окружающей среды, которая, как известно, далеко неодинакова в различных районах Земли.

Развитие растений в зависимости от окружающей среды было известно человеку еще в древние времена, но как наука о взаимовлиянии растений с окружающей средой экология растений оформилась в середине XIX века.

Растения находятся под влиянием условий окружающей среды, и в то же время сами оказывают большое влияние на окружающую их среду. Например, в лиственном лесу всегда бывает более прохладно и влажно, чем в поле. В лесу бывает менее ветрено, чем на открытом месте и т. д. В данном примере растения значительно изменяют среду обитания — климат. Следовательно, растения, развиваясь под воздействием окружающей их среды, одновременно сами являются средообразующим фактором. Среда, в окружении которой живут растения, в значительной степени сама формируется под влиянием жизнедеятельности растений и других организмов.

Виды растений распространены на Земле не в беспорядке, их расселение подчинено определенной закономерности, которая обусловливается средой. Каждое растение имеет свой «дом», т. е. имеет определенное местообитание, со свойственными ему факторами среды. Жизнь невозможна в отрыве от среды.

Изучением закономерностей взаимоотношений растений со средой обитания и приспособлений (адаптации) их к окружающей среде занимается экология растений.

В практике сельского хозяйства агрономам всех направлений совершенно необходимо знание экологии. По существу все приемы агротехники (обработка почвы, сроки и способы посева, внесение удобрений, сроки уборки, мелиоративные работы и др.) способствуют созданию определенных экологических условий, необходимых для лучшего развития культурных растений.

В настоящее время уже существует самостоятельная наука — сельскохозяйственная экология, которая является основой исследований культурной фитоценологии, ибо формирование культурных растительных сообществ (агрофитоценозов) неразрывно связано с комплексом искусственно создаваемых экологических условий.

Глава VII. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Общая характеристика

Разнообразие растительного мира, как уже указывалось, сформировалось исторически в связи с влиянием вечно изменяющихся условий природы.

Каждое растение в процессе своей жизни подвергается беспрерывному и одновременному воздействию чрезвычайно разнообразных факторов среды — климата, почвы, представителей мира животных и растений и др.

Под средой следует понимать совокупность всех факторов, которые окружают растения. Среда — это окружающий нас материальный мир, мир живой (органической) и неживой (неорганической) природы. Среда чрезвычайно разнообразна и состоит из отдельных очень многообразных элементов, которые называются экологическими факторами. Разнообразие экологических факторов можно объединить в 6 основных групп: 1) климатические (вода, свет, температура, воздух); 2) почвенные, или эдафические (физические, химические, механические и другие особенности почвы); 3) орографические (факторы рельефа, или топографические); 4) биотические (представители растительного и животного мира); 5) антропогенные (влияние деятельности человека); 6) геологические, или исторические (землетрясение, извержение вулканов, выветривание и др.).

По особенностям своего строения экологические факторы часто объединяются в 2 категории: биотические и абиотические.

К биотическим факторам относятся все факторы, которые создаются при воздействии на растения живыми организмами — самими растениями, животными и человеком; к абиотическим — все факторы неживой природы — климатические, химические, физические, геологические и др.

Такое подразделение экологических факторов является в значительной степени искусственным, так как нередко бывает трудно отнести тот или иной экологический фактор к одной из указанных категорий. Например, если воду рассматривать с химической и физической точек зрения, ее следует отнести к абиотической категории факторов. Но обычно вода заселена живыми организмами, следовательно, является средой обитания, сильно изменяется по

качеству и может быть отнесена к категории биотических факторов. То же самое можно сказать о почве и других факторах.

При изучении влияния экологических факторов на растения необходимо всегда помнить, что в природе эти факторы никогда не бывают постоянными. Они изменяются в отдельные годы, в различные времена года и даже во время суток. Например, свет, температура, влажность воздуха резко изменяются в разные времена года и в разные часы суток.

Потребность растений в том или ином экологическом факторе неодинакова, она зависит от вида растения, от его фазы роста, от географического места произрастания растения.

Резкое снижение температуры или резкое уменьшение осадков губительно действует на растения. И, наоборот, резкое повышение температуры или резкое повышение количества осадков также отрицательно действует на растения. Каждое растение, а следовательно, и растительное сообщество в целом развивается лучше при наличии оптимальных (наилучших) условий среды, т. е. при таких условиях, которые наиболее благоприятны для жизнедеятельности данных растений сообщества.

Между отдельными факторами среды всегда существует определенная взаимосвязь, и, следовательно, изменение одного фактора влечет за собой изменение других факторов. В природе существует явление незаменимости факторов. Зеленые растения не могут существовать без таких факторов, как свет, тепло, вода, углекислый газ, кислород. Ни один из указанных факторов не может быть заменен в жизни растений каким-либо другим.

Следует иметь в виду, что в природе нередко наблюдается неравноценность действия отдельных факторов на растения. Иногда выявляется в определенный период развития растения ведущий фактор. В е д у щ и м фактором считается тот, который в определенный момент жизни растения является наиболее необходимым. Так, например, при прорастании семян большинства растений ведущим фактором будет температура при определенной влажности. Во время цветения энтомофильных растений ведущим фактором часто является наличие опылителей — шмелей, пчел и др. Следовательно, ведущий экологический фактор в жизни одного растения может меняться в зависимости от фазы роста, от вида растения, от его географического места произрастания и др.

При изучении факторов среды различают прямые, или непосредственно действующие, и косвенные факторы. К п р я м ы м факторам относятся те, без которых растение не может жить (свет, тепло, влага, углекислый газ, питательные вещества почвы); к к о с в е н н ы м — те, которые не прямо влияют на развитие растений, а косвенно. Например, рельеф почвы не влияет непосредственно на функции растений, но влияет на прямые экологические факторы— на накопление влаги в почве, на температуру и т. д. — и тем самым косвенно влияет на развитие растений.

Каждый фактор среды характеризуется количественными показателями, которые могут изменяться в сильной степени. Например, температура воздуха, температура почвы, количество осадков, сила ветра и другие факторы изменяются в различное время года, в различные часы суток, в зависимости от географического положения места произрастания растений и др. Для нормального развития отдельных растений, а следовательно, и сообществ должны быть определенные количественные показатели экологических факторов. При сильном увеличении или при сильном уменьшении степени воздействия какого-либо фактора среды растения развиваются ненормально, а часто и гибнут.

Воздействия факторов среды могут быть вредные и полезные, причем один и тот же фактор может быть полезен для одних и вреден для других растений, и, кроме того, экологические факторы в свою очередь изменяются в значительной степени под воздействием жизнедеятельности растений.

Как уже указывалось, в природе растения всегда испытывают влияние не одного какого-либо фактора среды, а совместное действие различных экологических факторов. Но для удобства изучения экологических факторов рассмотрим сначала влияние на растения и растительные сообщества каждого фактора в отдельности, памятуя, что действие любого фактора в природе происходит во взаимодействии с другими экологическими факторами.

Климатические факторы

В жизни растений и их сообществ наиболее важными являются климатические факторы. Эти факторы главным образом определяют современное географическое распространение растений по поверхности планеты и процессы формообразования растений.

К климатическим факторам относятся вода, температура, свет, воздух. Совокупность этих факторов и образует климат. Соотношения климатических факторов между собой бывают чрезвычайно разнообразны, поэтому в различных зонах Земли и создается различный климат. В формировании климата принимают непосредственное участие и растения. В сообществах растения создают так называемый микроклимат, или фитоклимат (растительный климат). Например, в лесу в различных ярусах древесных растений температура, влажность и свет будут различные.

Вода. Основной составной частью тела любого живого организма является вода, необходимая для физиологических процессов.

Все растения нуждаются в воде, но не все виды растений одинаково хорошо растут при одинаковом количестве воды. Различие в потребности воды особенно ясно выражено у водных и наземных растений. Наземные растения получают воду преимущественно из почвы, в которую она попадает в виде различных осадков (дождя, росы, снега, тумана и др.), или из более глубоких слоев почвы (грунтовые воды). В различных географических районах выпадает не-

одинаковое количество осадков, поэтому места произрастания растений могут быть увлажнены либо избыточно, либо недостаточно, в связи с чем на этих участках произрастают и различные растения, а следовательно, создаются неоднородные фитоценозы. Районы пустынь и сухих степей обеспечены всегда недостаточным количеством воды, тогда как болота имеют ее в избытке. Большое количество осадков выпадает в приморских районах.

Растения в зависимости от их потребности в воде можно подразделить на 4 основные экологические группы, характеризующиеся комплексом физиологических, морфологических и анатомических признаков: гидрофиты, гигрофиты, мезофиты, ксерофиты.

Г и д р о ф и т ы — водные цветковые растения, которые обычно прикреплены ко дну водоема и погружены в воду либо полностью, либо частично. Обитают в реках, озерах, прудах и морях. Корневая система у них хорошо развита.

Из цветковых растений к гидрофитам относятся стрелолист, тростник, лютик водный, кувшинка. Водные растения не испытывают недостатка в воде и поэтому не имеют приспособлений, защищающих от излишней транспирации. У представителей гидрофитов часто бывает 2 формы листьев, резко различающихся между собой: подводные листья лентовидные, часто сильно расчлененные и без черешков; надводные имеют черешок и широкую пластинку (стрелолист, лютик водный и др.).

Водная среда наложила свой отпечаток и на анатомическое строение всех вегетативных органов этих растений. Особенности анатомического строения водных растений можно проследить на строении плавающего листа кувшинки белой (рис. 291). Лист кувшинки белой сверху и снизу покрыт эпидермисом. Между клетками верхнего эпидермиса расположены устьица, которые всегда открыты, и воздух через них проходит в узкие воздушные полости. Клетки нижнего эпидермиса расходятся веером от своеобразных толстостенных клеток «пуговок» и устьиц не имеют. Под верхним эпидермисом расположены в 7...9 рядов удлиненные клетки столбчатой, или палисадной, паренхимы, заполненные мелкими хлоропластами. В столбчатой паренхиме расположены крупные опорные клетки — склереиды, которые имеют одревесневшие оболочки и в нижней части разветвляются. Склереиды придают прочность листу.

В нижней части листа, которая не соприкасается с воздухом, клетки паренхимы более крупные, содержат незначительное количество хлоропластов. Между этими клетками расположены большие воздушные полости. Из воздуха этих полостей клетки черпают углекислый газ для фотосинтеза и кислород для дыхания. Эти воздушные полости, кроме того, поддерживают лист на поверхности воды. Поэтому паренхима нижней части листа называется а э р е н х и м о й — воздухоносной тканью.

Для лучшего газообмена у растений, погруженных в воду, большое количество устьиц образуется на верхней поверхности плавающих листьев, а если листья полностью выставляются из

воды, то на обеих сторонах. У кубышки желтой в эпидермисе верхней стороны плавающих листьев на 1 мм² в среднем имеется свыше 450 устьиц, тогда как в эпидермисе нижней стороны их совсем нет. Подводные листья устьиц совершенно не имеют, так как их тонкие листовые пластинки могут поглощать газы и питательные

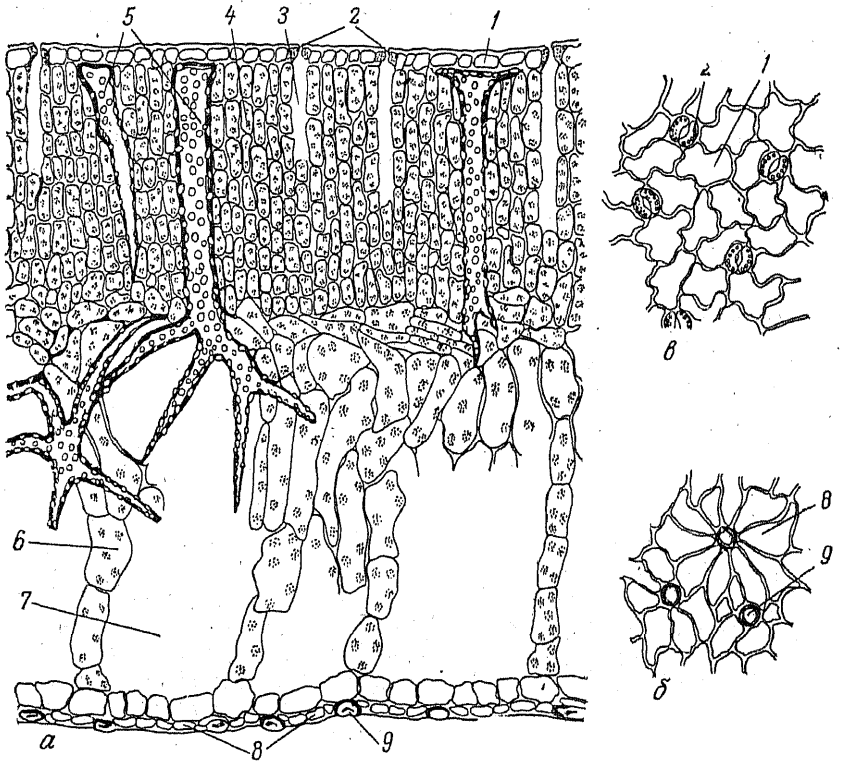


Рис. 291. Анатомическое строение листа кувшинки белой:

а — общий вид; *б* — деталь строения нижнего эпидермиса; *в* — деталь строения верхнего эпидермиса; *1* — клетки верхнего эпидермиса; *2* — устьица; *3* — воздушные полости; *4* — столбчатая паренхима; *5* — опорные клетки — склереиды; *6* — крупные клетки аэренхимы; *7* — воздушные полости; *8* — клетки нижнего эпидермиса; *9* — опробковевшие клетки нижнего эпидермиса

вещества непосредственно из воды через слабокутинизированный эпидермис. У некоторых растений (стрелолист и др.) в эпидермисе имеются для этой цели специальные особо проницаемые клетки, тогда как остальные клетки эпидермиса имеют ограниченную проницаемость.

Недостаток света обусловливает отсутствие у подводных листьев дифференциации на столбчатую и губчатую ткань. Эпидермис листьев часто содержит хлоропласты, что обеспечивает лучшее использование света в процессе фотосинтеза. У плавающих же

листьев столбчатая ткань обычно хорошо выражена, так как она развивается только при достаточно ярком освещении.

В клеточном соке многих водных растений образуется антоциан, придающий их листьям и стеблям красноватую или фиолетовую окраску. Клеточные оболочки у многих водных растений ослизняются, и образующаяся слизь предохраняет клетки от вымывания необходимых для растений солей.

Водные растения, полностью погруженные в воду и часто не имеющие корневой системы, плавающие в воде, называются гидатофитами (элодея).



Рис. 292. Папирус

Гигрофиты — растения, произрастающие на сильно или избыточно увлажненных местах, на заливных лугах, болотах, вдоль берегов рек и озер (рис. 292). Корневая система и часть надземной массы у представителей этой группы покрыты водой, а верхняя часть растет над водой. Гигрофиты не имеют специальных приспособлений для защиты от излишнего испарения, поэтому при недостатке влаги у них наблюдается явное завядание. Часто высокорослые растения. К этой группе относятся: камыш, папирус, осоки, пушица, из культурных — рис.

Гигрофиты в связи с обилием воды, часто покрывающей полностью их нижнюю часть, имеют некоторое сходство в анатомическом строении с гидрофитами благодаря наличию межклетников и воздухоносных полостей, но отличаются от них наличием хорошо развитой механической ткани и хорошо выраженными проводящими пучками. Обычно вся центральная часть стебля состоит из воздухо-

носной ткани, а на поверхности его находятся механическая ткань и хлорофиллоносная паренхима.

Мезофиты — растения умеренно увлажненных местообитаний. Они занимают промежуточное положение между гигрофитами и ксерофитами. Мезофиты преобладают в странах или районах с умеренным климатом. В Советском Союзе в большем количестве встречаются во флоре лесолуговой зоны, где являются основными компонентами растительных сообществ. Мезофиты имеют и большое хозяйственное значение, так как большинство сельскохозяйственных растений относится к мезофитам. К этой экологической группе относятся такие растения, которые во время своего существования обеспечены водой в достаточном количестве: луговые травы (клевер луговой, тимофеевка луговая, ежа сборная), а также большинство овощных растений (капуста, лук, укроп и др.), многие полевые культуры (картофель, овес), большинство лиственных деревьев (осина, береза, ольха и др.).

Ксерофиты — растения, приспособившиеся к жизни в засушливых местообитаниях. Это очень разнородная группа растений.

Типичными представителями ксерофитов являются растения степей, полупустынь и пустынь, где они длительный промежуток времени растут при явном недостатке влаги, при воздушной и почвенной засухе, поэтому их иногда называют засухоустойчивыми растениями. Для ксерофитов характерна способность переносить сухость почвы и воздуха, сохраняя при этом тургорное состояние. Ксерофиты обладают многими морфологическими, анатомическими и физиологическими приспособлениями, которые способствуют их жизнедеятельности в засушливый период лета.

Многие ксерофиты обладают хорошо развитой, глубоко проникающей в почву корневой системой, при помощи которой способны поглощать воду из глубоких слоев почвы. У люцерны, например, корни проникают на глубину до 10...15 м, у верблюжьей колючки до 15 м. Другая часть ксерофитов имеет, наоборот, поверхностную, но сильно разветвленную корневую систему, способную поглощать воду из верхних слоев почвы. К этой группе ксерофитов относятся растения с очень коротким вегетационным периодом. Они легко поглощают влагу из верхних слоев почвы во время выпадения весной или осенью осадков. До наступления засухи такие ксерофиты успевают закончить свое развитие, т. е. образовать плоды и семена.

У многих ксерофитов наблюдается сильное уменьшение листовой пластинки, она превращается в заостренные чешуйки (саксаул), или в колючки (верблюжья колючка), или узкие листовые пластинки складываются вдоль, или свертываются (ковыль, типчак и др.). Обычно у растений этой формы (полынь, астрагал, ковыль и др.) на листьях появляется сильно выраженный восковой налет, хорошо развитая кутикула и имеется покров из густо расположенных волосков как защитное средство от излишнего испарения. У многих кустарников стебли и корни покрыты пробкой, которая предохраняет эти органы от высыхания.

В отличие от мезофитов ксерофиты обладают высоким осмотическим давлением клеточного сока, которое у них достигает 4... 10 МПа, тогда как у мезофитов осмотическое давление не превышает 2 МПа. Клетки растений с повышенным осмотическим давлением обладают способностью уменьшать отдачу воды и имеют повышенную сосущую силу. Такие растения способны усваивать из почвы воду, находящуюся в малодоступном состоянии.

Своеобразно и анатомическое строение ксерофитов; они имеют более мелкие, но плотно расположенные клетки, в результате чего у них слабо развиты межклетники. У ксерофитов обычно сильно развиты механические ткани, благодаря чему стебли травянистых ксерофитов (полынь, астрагал) кажутся часто сухими, деревянистыми. Устьица у ксерофитов образуются в большом количестве, но они отличаются меньшими размерами и способностью быстро закрываться при недостатке воды.

В обычных условиях наличие большого количества устьиц способствует повышенной транспирации, а это — снижению перегрева растений. Из-за необходимости передвигать большое количество воды ксерофиты имеют хорошо развитую систему, проводящую воду в корнях, стеблях и листьях. Листья их пронизаны густой сетью жилок.

Типичный степной ксерофитный злак — ковыль — имеет очень узкие и жесткие листья, поверхность которых покрыта волосками. Листья способны свертываться в трубку; внутренняя стенка трубки образуется той частью поверхности, на которой находятся устьица, расположенные внутри свернутого листа. Таким образом, вода, испаряемая через устьица, задерживается внутри свернутого листа. Свертыванию листа ковыля в трубку способствуют специальные тонкостенные клетки, расположенные в углублениях листа.

Все эти и другие приспособления у ксерофитов способствуют экономному расходованию воды при ее недостатке.

Однако ксерофиты потребляют воды не меньше мезофитов. Многие ксерофиты за счет глубоко проникающей корневой системы часто поглощают воды даже больше, чем мезофиты, и испаряют ее часто также больше. Нельзя считать ксерофиты «сухолюбами», так как при достаточном увлажнении они не страдают, а хорошо растут и увеличивают свою продуктивность.

Ксерофиты имеют очень разнообразные приспособления для перенесения засухи. По особенностям этих приспособлений ксерофиты подразделяются на суккуленты и склерофиты, которые резко отличаются между собой по внешнему виду, совокупности морфологических, анатомических признаков, но обладают одной общей особенностью — способностью хорошо переносить недостаток влаги при наступлении засухи (А. П. Шенников).

С у к к у л е н т ы — многолетние растения с сочными, мясистыми стеблями, а часто и листьями, в которых в специальных запасающих водоносных тканях скопляется большое количество воды. По внешнему виду и анатомическому строению они резко

выделяются среди других ксерофитов. Своеобразная внешняя форма суккулентов выработалась в процессе исторического развития, связана с их свойствами накапливать воду и экономно ее расходовать в течение длительной засухи.

Различают стеблевые и листовые суккуленты. У стеблевых суккулентов листья превращены в колючки или чешуйки, функции листьев у них выполняют хорошо развитые зеленые сочные мясистые стебли (кактусы, некоторые молочаи, солерос). У листовых суккулентов, наоборот, слабо развиты стебли, листья мясистые, сочные (агава, алоэ, очиток). Сочные органы суккулентов имеют сильно развитую паренхиматическую водоносную ткань, в которой накапливается вода, и слаборазвитую механическую ткань.

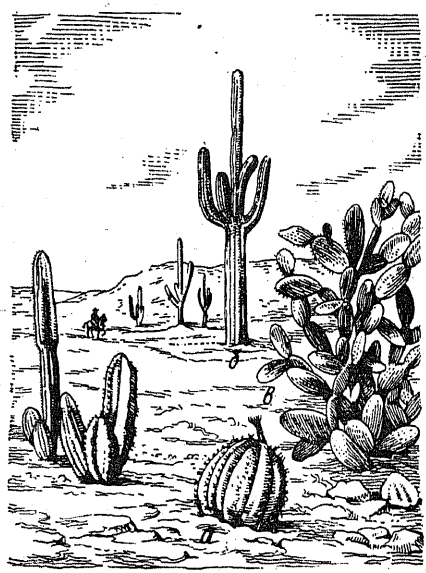


Рис. 293. Суккуленты — кактусы:
а — шарообразные эхинокактусы; *б* — древовидные цереусы; *в* — опунция

Замедленное испарение воды у суккулентов обусловливается наличием на эпидермисе сильно развитой кутикулы, воскового налета или волосков. Количество устьиц невелико, они расположены в углублениях и во время засухи легко закрываются.

Суккуленты — светолюбивые растения; они растут на открытых местах (рис. 293) и поэтому у них выработалась повышенная устойчивость к высоким температурам. В большом количестве суккуленты произрастают в полупустынях и пустынях, особенно большое разнообразие их встречается в пустынях Мексики и Южной Америки.

В природных условиях Южной Америки кактусы достигают высоты 20 м и способны накапливать в своих стеблях огромное количество воды (1000 кг). В засушливый период они являются в пустынях источником воды для человека и животных. Многие из суккулентов имеют крупные, яркие, красивые цветки. Некоторые суккуленты используются как декоративные и кормовые растения.

Склерофиты — многолетние засухоустойчивые растения с жесткими, часто сильноредуцированными листьями, которые иногда превращаются в иголки или чешуйки, многие представители этого типа растений бывают «безлистными». Имеют толстую кутикулу и сильно развитые механические ткани. По внешнему виду склерофиты резко отличаются от суккулентов. К склерофитам

относятся ксерофильные растения степей, полупустынь и других сухих местообитаний: саксаул, можжевельник, эфедра, некоторые виды пустынных полыней, ковыль, овсяница овечья и др.

Жесткие листья склерофитов имеют толстую кутикулу. У них сильно развиты механические ткани. Склерофиты способны без особого вреда терять до 25% содержащейся в них воды, сохраняя при этом тургорное состояние, тогда как мезофиты вянут при потере всего 7...10% воды. У склерофитов, следовательно, цитоплазма способна выносить сильное обезвоживание, сохраняя жизненность, тогда как мезофиты и гигрофиты на это неспособны. Для склерофитов характерна также способность корневой системы к интенсивному всасыванию воды из почвы.

Среди растений засушливых районов существует еще одна своеобразная группа ксерофитов, представители которой обладают способностью «уходить» от засухи (П. А. Генкель). К этой группе растений относятся такие жизненные формы, как эфемеры и эфемероиды.

Эфемеры — однолетние, низкорослые, со слабо развитой корневой системой растения, которые, произрастая в засушливых районах пустынь, полупустынь и сухих степей, проходят в очень короткий отрезок времени (несколько недель) весь цикл развития вплоть до образования плодов и семян. Эфемеры растут в тот период времени, когда почва достаточно влажная, т. е. весной или осенью. К наступлению засухи эфемеры заканчивают уже цикл своего развития и переживают засуху в форме плодов и семян. При выпадении осадков и увеличении влажности почвы эфемеры возобновляют вегетацию. Данная способность эфемеров переходить в состояние покоя, чтобы избежать губительного действия засухи, является приспособительной их особенностью. Эфемеры как бы «уходят» от засухи. Различают весенние эфемеры, которые способны использовать для своего развития почвенную влагу весной, и осенние, использующие почвенную влагу осенью.

Весенние, или типичные, эфемеры прорастают ранней весной и полный цикл развития проходят за 1,5...2,5 мес, тогда как осенние эфемеры дают всходы осенью, образуют розетку листьев и в таком состоянии уходят в зиму, а весной возобновляют вегетацию.

К эфемерам относятся крупка, вероника весенняя, крестовник весенний, фиалка полевая и др.

Эфемероиды — многолетние растения, образующие луковицы, корневища, клубни. Это ранневесенние или позднеосенние растения. После образования плодов и семян эфемероиды сохраняются в почве в виде луковиц, корневищ или клубней, при помощи которых размножаются вегетативно. К эфемероидам относятся такие луковичные растения, как лук, тюльпаны и др., корневищные— пустынные осоки и др. Эфемероиды большее распространение имеют в пустынях, полупустынях и степях, но произрастают и в лесной зоне — ветреницы, гусиный лук и др. Эфемероиды засушливых районов приспособились к перенесению засухи: их подземные органы

(луковица, корневища и корни) содержат значительные запасы влаги. Эфемероиды представляют большую ценность для сельского хозяйства в засушливых областях. Так, например, некоторые осоки и злаки вместе с эфемерами являются основными кормовыми растениями весенних пастбищ пустынь. Проф. М. А. Бурыгин — крупный специалист по растениям засушливой зоны Узбекистана — называет эфемеровые растения «зимневегетирующими растениями» за их способность вегетировать в условиях Узбекистана в зимние месяцы.

Помимо указанных растений, к ксерофитам могут быть отнесены виды, произрастающие на сильно засоленных почвах (солерос, солянки и др.). Из культурных растений к ксерофитам относятся сорго, суданская трава, житняк; из древесных растений — фисташка, лох, лавр благородный и др.

Разнообразные типы ксерофитов образуют в различных зонах земного шара своеобразные степные и пустынные растительные сообщества, а следовательно, и своеобразную растительность.

Температура. Общий тепловой режим растений складывается из 2 показателей — из температуры воздуха и температуры почвы. Тепловой режим воздуха меньше, чем другие факторы климата, может быть изменен человеком. Температура воздуха сильно изменяется в различные сезоны года, в течение суток, особенно в горных и пустынных районах. Температурный режим значительно изменяется в различных географических зонах земной поверхности и поэтому этот экологический фактор оказывает большое влияние на распространение растений по земному шару и на формирование различных типов растений.

Температура, так же как и вода, является тем фактором среды, который в значительной мере обусловливает жизненные процессы у растений. Для нормальных физиологических функций различных видов растений необходимы определенные температурные условия. Такие жизненные процессы, как фотосинтез, дыхание, минеральное питание растений и прорастание их семян, могут проходить только при определенных температурах.

Различным растениям необходимо далеко неодинаковое количество тепла. Например, лимон, апельсин, эвкалипт могут прорастать на юге при высокой температуре, а при температуре —6... —8° С эти растения уже гибнут, в то время как многие плодовые деревья средней полосы Советского Союза (яблоня, груша, вишня и др.) выдерживают до —25...—30° С. Семена различных растений (клевер луговой, тимофеевка луговая и др.) могут прорастать при температуре 1...2° С, а такие южные растения, как соя, чай, кукуруза и др., — только при температуре 10...15° С.

Однако и очень высокие температуры могут быть вредными и даже губительными для растений. Во время засухи под влиянием очень высоких температур цитоплазма клеток свертывается и растение гибнет. Низкие температуры почвы в первую очередь отражаются на всасывающей деятельности корней, а это обусловливает ненормальное минеральное питание растений. Сырые почвы всегда

более холодные, чем сухие. К пониженным температурам более приспособленными оказываются многолетние растения.

Многие растения имеют различные приспособления, защищающие их от воздействия низких или высоких температур. Многолетние растения накапливают к осени в своих корнях большое количество растворимых углеводов (сахаров), что обычно способствует повышению зимостойкости растений.

В высокогорных районах многие древесные растения имеют стелющуюся форму, поэтому легко засыпаются снегом, который защищает их от низких температур. Такие формы древесных и кустарниковых растений называются стланиками. Для продвижения плодовых и цитрусовых в более северные районы человек искусственно создает сорта, имеющие стелющуюся форму куста. Формируясь под действием температур, растительные сообщества в то же время сами изменяют и создают микроклимат, о чем сказано было раньше. Особенно наглядно изменяется температурный режим в лесных сообществах.

Свет. Значение света как фактора, влияющего на растения, очень велико и многообразно. Прежде всего свет необходим для фотосинтеза. Жизнь зеленых растений без света невозможна. На жизненные процессы растений существенное влияние оказывает интенсивность света, продолжительность освещения в течение дня, а также качественность света.

Свет является для подавляющего большинства растений совершенно необходимым фактором среды. Однако растения неодинаково приспособлены к условиям освещения и подразделяются на светолюбивые, тенелюбивые и теневыносливые.

Светолюбивые растения могут нормально развиваться только при достаточно ярком освещении и затенения не выносят (многие степные травы, сосна) и др. Тенелюбивые растения нормально развиваются только в условиях затенения, при рассеянном свете. К этой группе относится большинство растений, растущих в нижнем ярусе лесных массивов, особенно лиственных лесов (папоротники, мхи, кислица, вороний глаз, самшит и др.). Теневыносливые, главным образом древесные, растения обычно растут в условиях полного освещения, но могут переносить и затенение (пихта, липа, вереск и др.).

Данные экологические группы отличаются и анатомическим строением листа. Листья светолюбивых растений обычно имеют толстую жесткую пластинку с сильно развитой столбчатой паренхимой и механическими тканями. Иногда в условиях сильного освещения столбчатая ткань развивается не только на верхней, но и на нижней стороне листа, т. е. образуются изолатеральные листья. Эпидермис состоит из мелких толстостенных клеток, нередко многослойный, покрыт мощным слоем кутикулы (рис. 294). У таких растений обычно на нижней поверхности листа имеется большое количество устьиц. Междоузлия стеблей укороченные.

У тенелюбивых растений листовая пластинка тонкая, так как столбчатая паренхима очень слабо развита или совсем отсутствует. Губчатая ткань состоит из небольшого числа клеток, содержащих крупные хлоропласты. Эпидермис однослойный, крупноклеточный, часто содержит хлоропласты. Оболочки клеток эпидермиса тонкие, кутикула, как правило, отсутствует. Устьица лежат неглубоко, а иногда даже несколько приподняты, более крупные, чем в эпидермисе светолюбивых растений, но их значительно меньше. Стебли вытянутые, с длинными междоузлиями. К этой группе относятся травы в лиственных лесах и древесные растения бук, самшит и др. У тенелюбивых растений в связи с менее интенсивной транспирацией слабее развиты проводящие пучки. Для них также характерно более слабое развитие механических тканей.

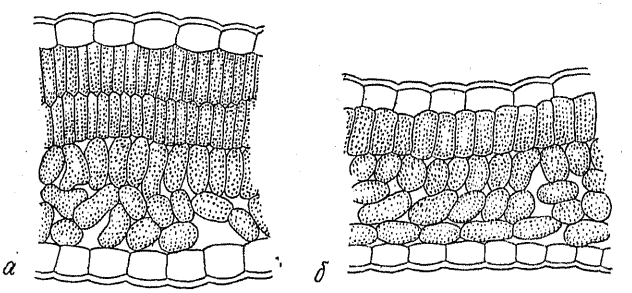


Рис. 294. Поперечный разрез через лист земляники:
а — выращенный на свету; *б* — выращенный в темноте

В процессе борьбы за свет в растительных сообществах встречаются одновременно виды растений с различными требованиями к свету. Особенно это хорошо выражено в лесных растительных сообществах. Верхний ярус в таких сообществах представлен светолюбивыми растениями, нижний ярус, — наоборот, тенелюбивыми растениями, а в среднем ярусе преобладают теневыносливые растения.

При недостатке света растения развиваются ненормально, и многие дают пониженный урожай семян. Некоторые растения, произрастающие на открытых местах, имеют различные приспособления, защищающие их от действия прямых солнечных лучей: листья их расположены к лучам солнца ребром (австралийский эвкалипт); у латука компасного листья расположены в одной плоскости, ориентированной с севера на юг, поэтому растение и называют компасным.

Другие светолюбивые растения обладают иными приспособлениями, защищающими их от прямых лучей солнца: листья у них имеют блестящую поверхность, которая отражает часть солнечных лучей, или листья складчатые (пальмы), или покрытые волосками.

Растения, развивающиеся при сильном недостатке света, вырастают этиолированными (обесцвеченными) с очень длинными междоузлиями. Древесные растения при росте в загущенном лесу, т. е. при недостатке света, отличаются стройностью, отсутствием разветвлений и способны сбрасывать нижние ветви (рис. 295).

Влияние света на растения зависит от продолжительности, или периодичности, освещения в течение суток, интенсивности и качества света. Значение продолжительности освещения, или явления фотопериода, впервые было отмечено в 1920 г.

Различные растения неодинаково реагируют на продолжительность светового периода суток. Реакция растений на продолжительность периода освещения и периода темноты в течение суток называется фотопериодизмом. Явление фотопериодизма рассматривается в ботанике как фактор, определяющий географическое распространение растений.

Продолжительность и годовой ритм дневного освещения сильно увеличиваются от экватора к полюсам. В зоне экватора растения получают в сутки почти в течение круглого года 12-часовое освещение, а страны умеренного пояса и полярные страны имеют летом продолжительность дня больше 12 ч (в отдельных зонах в конце весны день бывает равен 20...24 ч).

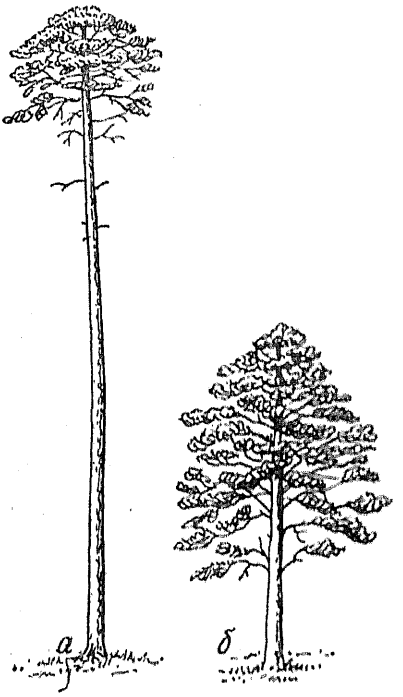


Рис. 295. Сосны, выросшие в разных условиях:

а — в лесу; *б* — вне леса, на открытом месте

Растения в процессе исторического развития приспособились к определенной продолжительности солнечного освещения. В зависимости от реакции на продолжительность освещения в течение дня растения делятся на 2 группы — растения короткого дня и растения длинного дня. В одно и то же время лета на юге продолжительность дня всегда меньше, чем на севере. К группе растений короткого дня относятся южные растения: кукуруза, сорго, просо, хлопчатник и др. Если эти растения перенести на север в условия длинного дня, они в значительной степени удлиняют свой вегетационный период, образуют более развитую вегетативную массу, но задерживают формирование плодов и семян; семена у них могут и совсем не образоваться. Аналогичное явление наблюдается при перенесении растений длинного дня в условия короткого.

К группе растений длинного дня относятся растения северных районов: клевер луговой, овес, лен-долгунец и др.

Воздух. Как экологический фактор воздух имеет для растений особое значение при фотосинтезе.

В отличие от других экологических факторов химический состав воздуха довольно однообразен в различных зонах земного шара. Он содержит (% от объема): азота — около 78, кислорода — около 21, озона — около 1, углекислого газа — 0,03 и другие газы. Особенное значение для растений имеет кислород и углекислый газ.

Кислород необходим растениям, как и всем живым организмам, для дыхания. Углекислый газ, как известно, является источником воздушного или углекислого питания зеленых растений, источником процесса фотосинтеза. Содержание углекислого газа в воздухе невелико. Известно, что увеличение содержания углекислого газа в воздухе (до определенного предела) способствует более интенсивному протеканию фотосинтеза, а следовательно, и увеличению продуктивности зеленых растений. Поэтому при выращивании овощных и других культур в теплицах содержание углекислого газа нередко искусственно увеличивается.

В больших городах и промышленных центрах воздух часто загрязняется различными дымовыми газами и загрязнителями воздуха в виде копоти, сажи, гари, а нередко такими ядовитыми веществами, как ацетон, этилен, серный эфир, окись азота и др. Эти ядовитые газы и отбросы промышленности губительно действуют на растения. Сажа, копоть, гарь и прочие отходы горения оседают на листьях плотным слоем, интенсивность фотосинтеза и дыхания резко уменьшается, возможны ожоги растений. Все это резко нарушает нормальный рост и развитие растений. Особенно чувствительны к газам и копоти заводов хвойные растения (пихта, сосна, ель и др.), листья которых подвергаются вредному воздействию отходов промышленности в течение круглого года.

Ветер, т. е. движение воздуха, оказывает влияние на испарение воды из растений, транспирацию. При сильных ветрах, особенно сухих (суховеях), испарение влаги растениями увеличивается, почва сильно иссушается. Растения сбрасывают значительное количество листьев, в результате чего сокращается поверхность листьев, в которых идет фотосинтез. Это приводит к тому, что растения накапливают меньше органических веществ, а следовательно, резко снижается урожай зеленой массы и семян. Сухие ветры способствуют расселению ксерофильных форм растений.

Ветер оказывает и механическое воздействие на растения. В местах, где растения подвергаются сильному воздействию ветра, как например в горных ущельях, на морских берегах, в тундре, нередко во время мощных ураганов уничтожаются деревья на больших площадях. Во многих местах земного шара ветры дуют в одном и том же направлении, в результате чего создаются так называемые флагообразные формы растений.

Ветер как экологический фактор имеет и большое положительное значение в жизни растений. Многие растения (тимофеевка, костер безостый, ежа сборная, рожь озимая, кукуруза, многие древесные) опыляются при помощи ветра. Ветер является фактором расселения растений, он способен переносить плоды и семена некоторых растений на очень большие расстояния.

Почвенные, или эдафические, факторы

Почва представляет собой поверхностный слой земли, несущий на себе растительный покров и обладающий плодородием. Почва, с естественноисторической точки зрения, как указывал проф. В. В. Докучаев, является самостоятельным природным телом, которое образуется из поверхностных слоев горных пород при совместном воздействии на них почвообразующих факторов: климатических (воды, ветра, температуры) и биотических (животных и растительных организмов). Почвообразовательные процессы очень сложные и зависят от одновременного воздействия разных экологических факторов. Ведущая роль в почвообразовательных процессах принадлежит низшим и высшим растениям.

Образование почвы и развитие растительных организмов неразрывно связаны между собой и взаимно обусловлены. Без деятельности живых организмов и в первую очередь растений почва образоваться не может. Существует большое разнообразие почв. Распределение и состав растительности различных зон земного шара неразрывно связаны с разнообразием почв, но в то же время образование различных почв происходит под непосредственным влиянием растений. В природе существует строгая закономерность: почва — растения — почва. Взаимоотношения растения с почвой чрезвычайно разнообразны.

Из почвы растения получают воду и растворенные в ней минеральные соли. Урожай растений бывает значительно выше тогда, когда вода и питательные вещества поступают из почвы в растения своевременно и в необходимом количестве. На растения оказывают большое влияние химический состав почвы, ее физические особенности, микрофлора.

Большое участие в процессах образования почв принимают и представители животного мира. В почве живет огромнейшее количество различных микро- и макроорганизмов (бактерии, грибы, почвенные водоросли, простейшие из мира животных, черви, кроты и пр.), которые способствуют разложению органических веществ (корней, стеблей, листьев, трупов животных и др.) и тем самым создают нормальные условия в круговороте веществ, а следовательно, в почвообразовательном процессе.

В 1 г пахотной почвы находится колоссальное количество микроорганизмов. Особенно большое количество микроорганизмов находится в зоне ризосферы, т. е. в прикорневой зоне растений, привлекаемых корневыми выделениями.

На почвообразующие процессы большое влияние оказывают различные действия человека (пастьба скота, вспашка, полив и др.). Между почвой и всеми живыми организмами существуют сложные взаимодействия. Одновременно, как уже указывалось, образование почв зависит и от абиотических факторов.

Следовательно, почва состоит одновременно из живых (биотических) и неживых (абиотических) экологических элементов. Поэтому почву нельзя относить к какому-либо одному телу — биотическому или абиотическому. Почва является биокосным телом, т. е. сочетающим в себе факторы живой и неживой (косной) природы.

Растения, местопроизрастания которых приурочены к каким-либо определенным экологическим условиям, к определенным почвам, к определенному рельефу, климату и т. д., называются растениями-индикаторами, или растениями-указателями.

Одни растения предпочитают песчаные почвы, другие лучше (и в большем количестве) произрастают на засоленных, меловых, черноземных и других почвах. Способность отдельных видов растений произрастать на определенных почвах дает возможность по растительности определять характер и качество почв, и, наоборот, по характеру почвы можно судить о ботаническом составе растений. Это имеет большое практическое значение при почвенных и геоботанических обследованиях.

Состав и изменчивость растительности сильно зависят от плодородия почвы. По растительности можно в значительной мере судить и о плодородии почвы. Так например, такие растения, как белоус, щучка, растут на почвах, бедных питательными веществами, тогда как пырей ползучий, пролеска, крапива и другие являются показателями богатых, плодородных почв.

Растения являются хорошими индикаторами химического состава почв. При помощи растений-индикаторов можно установить в почве наличие различных элементов — меди, урана, цинка, алюминия, никеля, азота, калия, фосфора, натрия и др. Так, например, в Западной Европе по растению смолке были открыты некоторые месторождения меди. В США по данным химического анализа астрагала были обнаружены месторождения урановых и селеновых руд.

Растениями-индикаторами часто пользуются для установления качеств почв на целинных землях.

Экологические группы растений, предпочитающие определенные почвы, имеют различные названия, отражающие характер почвы, на которой они растут: псаммофиты — песколюбы, галофиты — солевыносливые растения, кальцефиты — известколюбы и др.

На огромной территории песчаных почв растет своеобразная экологическая группа растений, которые называются псаммофитами, или песколюбами. Псаммофиты представлены растениями различных семейств (астрагал песчаный, полынь песчаная,

кохия песчаная, верблюжья колючка, волоснец песчаный, саксаул и др.).

Большинство псаммофитов имеет жесткие, узкие листья, которые часто сильно редуцированы, а плоды многих растений приспособлены к перекатыванию по песку, или они пузырчатые и легко переносятся ветром. Песчаные почвы характеризуются большой водопроницаемостью, способностью быстро нагреваться и остывать, бедностью питательными веществами и пр. В связи с этим псаммофиты обладают характерными особенностями: им свойственно интенсивное вегетативное размножение; они образуют придаточные корни на стеблях в случае засыпания растений песком; у них интенсивно развиваются горизонтальные и вертикальные корни; они имеют различные приспособления, уменьшающие транспирацию. Растения-песколюбы обладают способностью произрастать на рыхлых и подвижных песках; они часто используются для облесения и закрепления песков. Псаммофиты являются обычно первыми поселенцами на барханах. В СССР произрастает свыше 300 видов псаммофитов, многие из них используются как кормовые растения. На песчаных почвах образуются специфичные растительные сообщества, состоящие преимущественно из псаммофитов.

Г а л о ф и т ы — группа растений, хорошо приспособленных к нормальному произрастанию на засоленных почвах. Большие площади засоленных почв находятся в зонах пустынь и полупустынь, реже они встречаются в других зонах страны. Для этих почв характерна повышенная концентрация почвенного раствора. Засоленные почвы разнообразны по своему химическому составу, поэтому и растения, произрастающие на этих почвах, разнообразны.

К галофитам относятся: солерос, солянки, некоторые виды астр, полынь морская, биюргун и др. Эти растения на других почвах или совсем не растут, или растут очень плохо, и в то же время на засоленных почвах очень плохо растут представители других экологических групп растений. Галофиты могут быть однолетние, многолетние травы и кустарники; представлены они различными семействами. Большое количество галофитов имеется в семействе маревые, меньше в семействе сложноцветные, гвоздичные, крестоцветные и др. Для многих галофитов характерны мясистые стебли и листья (солянки), в которых хорошо развиты водоносные ткани.

Клетки галофитов имеют цитоплазму, устойчивую к высокой концентрации солей, и обладают высоким осмотическим давлением (5...10 МПа), что позволяет им использовать воду из сильноконцентрированного почвенного раствора. Некоторые галофиты способны выделять наружу скопившиеся в них соли при помощи особых желёзок, покрывающих листья и стебли.

Существуют и такие галофиты (полыни), у которых корневая система малопроницаема для солей, поэтому в тканях их не происходит накопления солей.

Растения, которые предпочитают щелочные почвы, богатые известью, называются к а л ь ц е ф и л а м и, или и з в е с т к о -

л ю б а м и. К кальцефилам относятся из травянистых лесных растений ветреница лесная; из степных травянистых — ковыль Лессинга, василек русский, таволга шестилепестная. Из древесных растений кальцефилами являются лиственница европейская, пихта европейская, дуб известковый, растущий на известняках в Крыму и на Западном Кавказе.

Факторы рельефа (орографические, или топографические)

К факторам рельефа относятся: высота над уровнем моря, характер рельефа, направление склона, угол наклона склонов и др.

Влияние рельефа на растительность особенно резко выражено в горных районах, где высота над уровнем моря оказывает исключительное действие на характер растительности, так как с изменением высоты резко изменяются климатические, почвенные и другие экологические факторы. Поэтому в горах наблюдается определенная закономерность в распределении растительности в виде вертикальных зон, которые иногда называются еще п о я с а м и.

Растительность резко изменяется также от характера и направления склона местности. На южном склоне преобладают более теплолюбивые и светолюбивые растения, чем на северном склоне. Рельеф оказывает большое влияние на климат, который в свою очередь является сильнодействующим на растения экологическим фактором, что также хорошо заметно в горах.

Горные хребты существенно влияют на распространение воздушных течений, они часто ограждают плодородные участки земли от воздействия холодного воздуха. Так, например, горные хребты Большого Кавказа, Крымские горы задерживают холодный воздух и ограждают побережье Черного моря от холодных ветров, в результате чего зимы Южного побережья Крыма и Черноморского побережья Кавказа бывают мягкие, что способствует формированию здесь растительных сообществ из южных субтропических растений, кипарисов, пальм, эвкалиптов, цитрусовых, лавра благородного, чайного куста, маслины и др.

Влияние рельефа на состав растительности хорошо заметно и в равнинной местности, где часто образуются различные впадины, в которых накапливается больше воды, или возвышения, почвы которых содержат меньше влаги, в связи с чем изменяется и видовой состав растений. Особенно хорошо это заметно в поймах степных рек и в балках. Часто микрорельеф способствует накоплению снега и воды, что в одних случаях положительно, а в других отрицательно сказывается на развитии растений.

Биотические факторы

К биотическим факторам относятся микроорганизмы (представители животного и растительного мира), насекомые, черви, млекопитающие животные, низшие и высшие растения.

Трудно себе представить то огромное количество микроорганизмов, которые живут в почве и обеспечивают нормальную ее жизнь. Низшие организмы почвы, объединенные под общим сборным названием «микроорганизмы», представлены бактериями, грибами, водорослями, актиномицетами, лишайниками, простейшими представителями животного мира. Среди этого разнообразия микроорганизмов первостепенное значение имеют представители растительного мира, особенно бактерии и грибы.

Установлено, что общая масса микробов в подзолистых почвах достигает 20 т/га, а в богатых — черноземных — почвах значительно больше — 100...150 т/га.

Пахотные земли содержат значительно больше микроорганизмов, чем целинные земли и залежи. В почвах северных районов развивается меньше микроорганизмов, чем в почвах южных районов, что обусловливается наличием более благоприятных для развития микроорганизмов климатических факторов и прежде всего более высокой температуры, лучшей аэрации и влажности почв южной зоны. Огромная масса микроорганизмов проводит в почве колоссальную работу. Под влиянием микроорганизмов в почве происходят беспрерывно сложные биохимические процессы, что способствует разложению органических веществ, превращению их в такие растворимые химические соединения, которые легкодоступны высшим растениям.

В природе наблюдается широко распространенная связь высших растений с низшими растениями. Например, симбиоз бобовых растений с бактериями, усваивающими азот из воздуха, способствует большему накоплению азота в почве и, следовательно, создает благоприятные условия для их произрастания. Многие высшие растения находятся в симбиозе с грибами (микориза). Симбиоз приносит пользу высшим цветковым растениям, так как грибы, образующие микоризу, доставляют растению воду, усваивают органические вещества почвы, перерабатывают их и делают доступными для высших растений.

Большое влияние на рост и развитие растений оказывают грибные заболевания (ржавчина, мучнистая роса, головня и др.), которые нередко являются причиной изменения видового состава растительности, когда невосприимчивые виды растений вытесняют легкопоражаемые.

Высшие растения часто являются объектом нападения многочисленных насекомых, наносящих огромные повреждения, а нередко и уничтожающих большие массивы растительности (саранча, дубовый шелкопряд и др.). Все это способствует смене одних видов другими.

Многие насекомые являются опылителями покрытосеменных растений. Некоторые насекомые приспособились к опылению определенных растений; например, в Австралии плодовые деревья, завезенные из Европы, не плодоносили до тех пор, пока туда не были завезены их опылители — пчелы, которых не было в Австралии.

Клевер луговой резко снижает урожай семян при отсутствии шмелей, основных его опылителей. Подобных примеров очень много. Отсутствие соответствующего опылителя является иногда фактором, исключающим возможность размножения, а следовательно, и распространения растений.

Существенное влияние на высшие растения оказывают и млекопитающие животные. Например, пастьба животных на кормовых угодьях в сильной степени изменяет ботанический состав растений, в связи с чем изменяются и кормовые достоинства этих угодий, особенно это хорошо заметно на горных и степных пастбищах. Животные охотно поедают ценные в кормовом отношении травы и, наоборот, не трогают и обходят вредные и ядовитые растения, которых из года в год становится на пастбищах все больше. Одновременно животные сильно вытаптывают и уплотняют почву пастбищ и тем самым создают неблагоприятные условия для наиболее ценных кормовых растений.

Таким образом, при отсутствии ухода за пастбищем и нерациональном использовании оно в значительной степени может быть засорено малоценными и вредными растениями. Древесная и кустарниковая растительность в сильной степени страдает от животных, сдирающих и поедающих кору. Особенно большой вред растениям в этом отношении наносят козы, которые могут сплошь уничтожить кустарниковые массивы.

Мелкие представители животного мира — суслики, сурки, кроты и другие роющие и копающие животные — оказывают большое влияние на почвообразовательные процессы, а следовательно, и на состав растений, произрастающих на этих местах.

Представители животного мира, особенно птицы, играют важную роль в распространении плодов и семян.

Большое участие в почвообразовательных процессах принимают дождевые черви, которые перемешивают, разрыхляют и выносят частицы почвы из нижних слоев в верхние и тем самым создают определенные условия для роста растений.

Растения сами оказывают влияние на другие растения. Как установил Ч. Дарвин, в природе беспрерывно происходит конкуренция между видами растений. Растительный покров оказывает определенное влияние на развитие отдельных растений. В процессе борьбы за существование одни растения оказывают сильное влияние на другие. В данном случае одним из классических примеров может служить развитие дерева в лесу при густом древостое и на открытом месте. Влияние растений друг на друга может быть прямое и косвенное. Прямое воздействие организмов друг на друга наблюдается в борьбе за пищу. Примером прямого влияния растительных организмов может служить явление симбиоза, паразитизма, а также затенение одних растений другими.

Антропогенные факторы

По сравнению с рассмотренными факторами среды влияние антропогенных факторов, т. е. влияние человека на растительный покров, особенно велико. Деятельность человека является самым мощным фактором, влияющим на развитие и распространение растений. Творческая роль человека в изменении природы, а следовательно и распространении видов, огромна, многообразна и, по существу, не ограничена. Достаточно указать на роль человека в создании и распространении новых видов, форм и сортов плодовых, овощных, технических, зерновых, кормовых и других культур.

Создание полезащитных лесных насаждений, прудов и водоемов, применение искусственного полива на полях и другие мероприятия помогают человеку существенно изменять растительность в том или ином районе. Осушительные и оросительные работы создают новые условия для произрастания более ценных культур, которые заменяют малоценные растения.

Нередко человек бессознательно распространяет по земной поверхности различные растения, в частности, это относится к сорным растениям. Семена сорных растений перевозятся на огромные расстояния с грузами на пароходах и по железным дорогам. Так были завезены в Америку из Европы подорожник, коровяк, чертополох, лопушник и другие сорные растения, которые не были здесь известны. В Америке индейцы дали подорожнику своеобразное название «следы белого человека», так как это растение распространялось там, где появлялись европейцы. Известны и обратные явления, когда сорные растения были завезены из Америки в Европу, где они раньше не встречались, например ромашка пахучая, виды щирицы, виды амброзии и др.

Семена многих сорных растений завозятся в новые районы с посевным материалом. Среди сорных растений выделяется специальная группа так называемых р у д е р а л ь н ы х сорных растений, которые всегда сопутствуют человеку и растут, как правило, у заборов, на строительном мусоре — крапива двудомная, дурман вонючий, белена и др. В Австралию многие сорные растения были завезены из Индии, Африки, Южной Америки.

В процессе и н т р о д у к ц и и, т. е. переноса растений из одних районов в другие, где они раньше не росли, человек искусственно изменяет флору и создает целые ландшафты.

Особенно большое влияние человека сказалось на распространении полезных сельскохозяйственных растений, часто являющихся совершенно новыми для отдельных стран и районов: картофель, кукуруза, соя, табак, подсолнечник, хлопчатник, чай, различные плодовые культуры, мандарины и др. Человек ввел и вводит в культуру большое количество декоративных, лекарственных, медоносных, каучуконосных и других растений.

В процессе своей деятельности человек создал огромное количество сортов самых разнообразных видов растений, которые бла-

годаря своим приспособительным свойствам часто внедряются в новых районах. Например, арбуз, пришелец из Африки, получил широкое распространение в южных районах Советского Союза. При наличии новых сортов значительно севернее продвинулись посевы пшеницы, картофеля, овощных культур, посадки плодовых деревьев — яблони, груши, сливы и др.

Геологические, или исторические, факторы

Современный растительный мир сформирован в процессе длительной эволюции, в течение нескольких миллиардов лет. За этот огромный отрезок времени на нашей планете происходили неоднократно сложные изменения климата и почвы, что влияло и влияет на состав флор. Под влиянием тектонических явлений (смещения, сдвиги, поднятия и опускания суши, землетрясения и т. д.) изменялись очертания современных материков, морей и океанов. Исчезали одни материки и моря, появлялись другие.

В далеком прошлом (палеозойская эра), например, Средиземное море по размерам занимало площадь, во много раз бо́льшую, чем в настоящее время, и доходило до Индии. С изменением очертания Средиземного моря появились Каспийское, Черное и Аральское моря, что резко повлияло на состав древней флоры Средиземноморья, а следовательно, и на видовой состав растений.

Наша планета подвергалась несколько раз наступлению ледников, с чем связано сильное похолодание на огромной территории Земли. Ледниковые периоды способствовали уничтожению во многих районах Земли тропической растительности и вообще значительному обеднению флоры и растительности на большой территории суши. Все эти и другие исторические факторы оказывали существенное влияние на изменение климатических условий земной поверхности, а следовательно, на ее растительность.

На основании палеонтологии и палеоботаники известно, что в далеком прошлом климатические условия северных районов нашей Родины были совершенно иные, они были близкими к современным условиям тропиков, тогда и растения здесь росли иные. Растительность северной зоны образовалась из элементов тропической растительности. Под влиянием изменившихся условий и естественного отбора в течение многих веков некоторые растения на севере из могучих тропических растений превратились в карликовые формы, но сохранили до наших дней черты тропической растительности, примером чего могут служить брусника, клюква, вереск и другие вечнозеленые кустарнички севера.

Воздействие совокупности экологических факторов

Как уже указывалось, расчленение воздействующей на растения окружающей среды на отдельные факторы искусственно, так как в природных условиях и в культуре растения всегда находятся

под влиянием не одного какого-либо экологического фактора, а всего комплекса экологических факторов. Для нормального развития все растения требуют одновременного и совместного воздействия всех необходимых факторов среды.

Следует также иметь в виду, что действие каждого экологического фактора на растение меняется в зависимости от сочетания с другими факторами. Так как все перечисленные выше экологические факторы неразрывно связаны друг с другом, изменение одного из них неминуемо влечет за собой изменение всех других.

Глава VIII. ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОТИПАХ И ЖИЗНЕННЫХ ФОРМАХ РАСТЕНИЙ

Экотипы

В процессе длительного воздействия комплекса экологических факторов на растения внутри вида создаются своеобразные формы растений, характеризующиеся определенными морфологическими признаками и биологическими свойствами. Такая группа особей какого-либо вида растений, приспособленная к условиям определенного местообитания и отличающаяся от других групп особей того же вида наследственно закрепленными морфологическими и биологическими особенностями, называется экотипом.

Каждый экотип отличается наследственными признаками, которые, однако, не являются абсолютно неизменными, так как одни входящие в него формы или биотипы вымирают, другие возникают вновь. При перенесении экотипа в иные условия он в течение нескольких поколений сохраняет свои наследственно закрепленные особенности. Экотип изменяется в некоторых деталях под влиянием вечно меняющихся условий среды, но сохраняет общий облик, свойственный данному экотипу.

Разберем несколько примеров характеристики экотипов отдельных видов луговых злаков. Так, например, внутри вида ежи сборной выделяют пойменный (укосный) и пастбищный экотипы (рис. 296). Эти экотипы резко отличаются между собой внешне. Первый экотип — пойменный, как показывает само название, произрастает в диком виде на поймах рек и характеризуется следующими признаками: куст высокорослый, мощный и имеет прямостоячую форму, с большим количеством вегетативных побегов. Листья длинные, темно-зеленой окраски.

Пастбищный экотип в отличие от пойменного характеризуется низкорослой, сильно раскидистой или распластанной формой куста, мелкими листьями, мелкими соцветиями, быстро отрастает после пастьбы животных. Пастбищные экотипы кормовых растений чаще всего встречаются в горных районах, на горных пастбищах, поэтому нередко они называются горными экотипами.

У разных видов растений существуют параллельные (одинаковые) экотипы, приуроченные к сходным условиям существования видов. Указанные выше пастбищные и укосные экотипы ежи сборной существуют и у других кормовых трав: тимофеевки луговой, лисохвоста лугового, овсяницы луговой, клевера лугового, люцерны, донника и др.

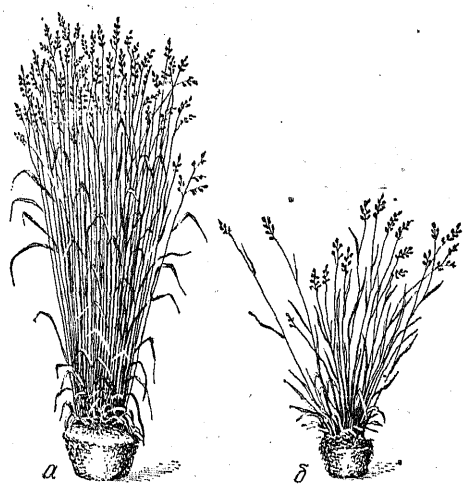


Рис. 296. Экотипы ежи сборной:
а — укосный; *б* — пастбищный

Экотипы хорошо выражены не только у дикорастущих, но и у культурных растений. В отличие от термина экотип, употребляемого применительно к дикорастущим растениям, по отношению к культурным растениям применяется термин агроэкотип. Под термином а г р о э к о т и п разумеется группа форм растений в пределах вида, приспособленных к тому или другому климату или почве в определенных условиях агрономической культуры и характеризующихся определенными морфологическими и биологическими признаками.

В настоящее время в ботанической практике по отношению к дикорастущим растениям, а в агрономической практике — к культурным растениям применяется экологическая классификация. По культурным растениям в этом направлении особенно много сделано акад. Н. И. Вавиловым, который опубликовал капитальный труд «Опыт агроэкологического обозрения важнейших полевых культур земного шара».

Жизненные формы

В процессе длительного исторического развития растения приобрели различные морфологические и биологические приспособительные особенности, соответствующие конкретным условиям окружающей их среды. Эти приспособительные особенности растений придают им и определенный внешний облик. Такие формы растений называются ж и з н е н н ы м и ф о р м а м и.

Каждая жизненная форма растений характеризуется определенным внешним видом, физиологическими особенностями, ритмом развития и приспособленностью к конкретным условиям среды. К одной и той же жизненной форме могут относиться виды не только разных родов, но даже и разных семейств. В то же время

одно семейство и даже один род растений может быть представлен несколькими разными жизненными формами, которые сформировались под влиянием разных условий среды.

Первая попытка установить жизненные формы принадлежит немецкому естествоиспытателю А. Гумбольду (1806). Применительно к ботаническим знаниям того времени А. Гумбольд установил жизненные формы только по внешним признакам, по их физиономичности.

В дальнейшем дополнительная классификация жизненных форм была опубликована немецким проф. А. Гризебахом, который описал 9 основных жизненных форм.

1. Деревья. Многолетние растения с деревенеющими надземными частями, ярко выраженным стволом высотой не ниже 2 м (сосна, дуб, береза и др.).

2. Кустарники. Многолетние растения с деревенеющими надземными частями. В отличие от деревьев не имеют ясно выраженного ствола, ветвление у них начинается от самой земли. Поэтому образуется несколько равноценных стволов, которые на зиму не отмирают.

В лесу кустарники образуют так называемый подлесок; высота менее 3 м (орешник, сирень, можжевельник, смородина и др.).

3. Полукустарники. Сходны с кустарниками, но отличаются от них тем, что у них перезимовывают только нижние части стеблей, а верхние ежегодно отмирают (полыни, богородская трава и др.); высота их 50...150 см. К полукустарникам относятся также растения-подушки. Эта жизненная форма характерна для высокогорий и пустынь, к ним относятся некоторые виды смолевки, камнеломки.

4. Кустарнички. Сходны с кустарниками, но низкорослые, высотой не выше 50 см, перезимовывают все стеблевые части (брусника, вереск, багульник и др.).

5. Суккуленты. Растения имеют очень своеобразную внешнюю форму, стебли или листья их сочные, мясистые, содержат большой запас воды (молодило, солерос и др.).

6. Лианы. Лазающие, цепляющиеся и вьющиеся растения с тонкими, длинными стеблями, многолетние и однолетние растения (плющ, хмель, виноград, вьюнок и др.).

7. Многолетние травы. Надземные стеблевые части на зиму отмирают (луговые травы — тимофеевка, овсяница, клевер, костер; степные травы — люцерна, эспарцет и др.).

8. Двулетники. В 1-й год жизни растения этой группы образуют листовые розетки, а на 2-й год жизни формируют высокорослые стебли, плоды и семена (дикорастущая морковь, борщевик, наперстянка и др.).

9. Однолетники. Весь жизненный цикл развития этих растений протекает в одно лето (мятлик однолетний, мак-самосейка, дикая редька и др.).

Среди многолетних луговых злаков В. Р. Вильямс выделял 3 жизненные формы по характеру кущения растений: длиннокорневищные, рыхлокустовые, плотнокустовые.

Существуют и другие классификации жизненных форм растений, но пока еще нет общепризнанной единой классификации.

В настоящее время большим признанием среди ботаников пользуются классификации жизненных форм растений датского ботаника Раункиера. Эта классификация жизненных форм построена на приспособлениях растений к перенесению таких неблагоприятных условий для жизни растений, как холодная зима и жаркое сухое

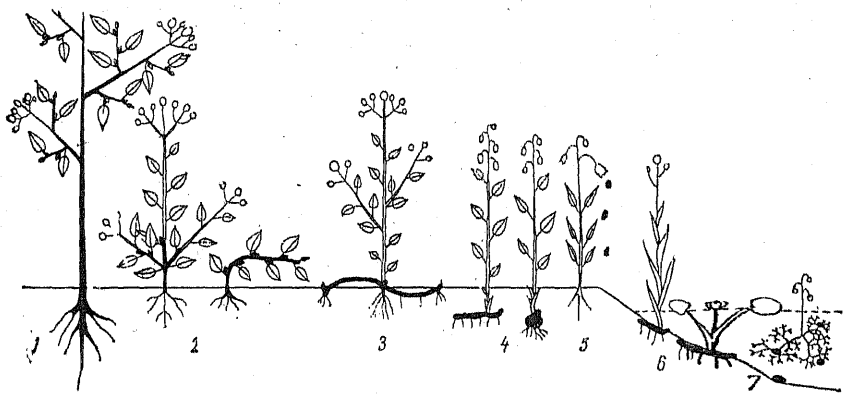


Рис. 297. Жизненные формы растений (по Раункиеру):

1 — фанерофиты; *2* — хамефиты; *3* — гемикриптофиты; *4* — криптофиты; *5* — терофиты; *6* — гелофиты; *7* — гидрофиты

лето. Особое внимание в ней обращается на расположение и степень защищенности у растения почек возобновления в неблагоприятные для растений периоды жизни.

Раункиер установил 5 основных надземных жизненных форм растений и 2 водные формы (рис. 297).

1. Фанерофиты — деревья и кустарники, у которых почки возобновления находятся высоко над землей и бывают защищены чешуйками или не защищены ими (у тропических деревьев), побеги на зиму не отмирают.

2. Хамефиты — мелкие кустарнички (брусника, черника и др.), почки возобновления расположены у них невысоко над землей и защищены чешуйками, а в зимний период — снегом. Побеги на зиму обычно не отмирают.

3. Гемикриптофиты — многолетние травянистые растения (клевер, луговые злаки и др.), у которых надземная масса отмирает на зиму почти до основания, почки возобновления у них расположены на уровне поверхности почвы и защищены нижними и отмершими побегами.

4. Криптофиты — многолетние травянистые растения, у которых надземные побеги отмирают на зиму полностью, а почки возобновления сохраняются в подземных органах — клубнях, корневищах, луковицах (картофель, пырей ползучий, лук и др.).

5. Терофиты — однолетние яровые растения. У них отмирают на зиму все как подземные, так и надземные органы, перезимовывают только их семена (овес, горох, дикая редька и др.).

6. Гелофиты — водные растения, почки находятся под водой, а вегетативные побеги поднимаются над водой.

7. Гидрофиты — водные растения, почки находятся под водой, вегетативные побеги погружены в воду.

Учение о жизненных формах растений имеет большое народнохозяйственное значение в лесоводстве, луговодстве и сельском хозяйстве.

Раздел IV. ГЕОБОТАНИКА, ИЛИ ФИТОЦЕНОЛОГИЯ

Глава IX. ЗАДАЧИ И ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОБОТАНИКИ

Определение и история геоботаники

В природе растительный покров никогда не бывает представлен каким-либо одним видом растений. Он всегда характеризуется наличием различных видов растений, которые образуют в сочетании определенные группы растений, называемые растительными сообществами, или иначе фитоценозами. Растительные сообщества встречаются в большом разнообразии, которое обусловливается наличием различных естественноисторических условий (климат, почва и др.), особенностей строения поверхности Земли (горы, долины и др.).

Изучением разнообразных растительных сообществ, их строения, распределения по территории Земли занимается геоботаника, или фитоценология. Дословный перевод означает «земельная ботаника», однако так геоботанику как науку никто не определяет. Существует несколько определений геоботаники как науки. Довольно полное определение этой науки приводит проф. Б. А. Быков: «Геоботаника (фитоценология) есть наука о растительных сообществах, или фитоценозах, о их строении и внутренних взаимосвязях, о их связях с внешней средой, о их развитии в пространстве и во времени и о путях их использования и преобразования».

Люди имели представление о совместном произрастании растений на отдельных земельных участках очень давно, о чем свидетельствуют народные названия групп растений, произрастающих совместно: лес, луг, болото, степь и др. Все эти народные названия очень четко отражают сущность, содержание растительных группировок. Но как наука геоботаника зародилась совсем недавно, в конце XIX в. Термин геоботаника впервые был предложен в 1866 г. русским академиком, крупным ботаником Ф. И. Рупрехтом. Одновременно, в том же году, этот термин употребил и немецкий ботаник А. Гризебах. Впоследствии в 1931 г. термин геоботаника часто стал заменяться термином фитоценология. В дальнейшем будем придерживаться главным образом термина геоботаника.

Геоботаника как наука о растительных сообществах наибольшего развития достигла в СССР в связи с широкими запросами народного хозяйства. В задачу геоботаники входят изучение и ха-

рактеристика разнообразных растительных сообществ в различных естественноисторических зонах Советского Союза. В отличие от систематики растений геоботаника изучает не отдельные систематические единицы (семейства, роды, виды), а растительные группы, растительные сообщества, в состав которых входят представители разных семейств, которые и создают растительный покров, или иначе растительность, отдельных участков земного шара.

На основании изучения растительных сообществ геоботаника разрабатывает мероприятия по рациональному использованию растительных ресурсов, их реконструкции, изменению с целью улучшения и повышения продуктивности в количественном и качественном отношении. В задачу геоботаники входит также создание искусственных растительных сообществ с учетом потребности человека, примером чего могут служить исследования геоботаников в СССР.

На огромной территории Советского Союза в районах с разнообразными естественноисторическими условиями ежегодно проводятся колоссальные работы по реконструкции естественных фитоценозов лугов, лесных массивов. По воле человека в Советском Союзе осуществляется перестройка растительности пустынь, полупустынь, тундры, тайги, горных районов, освоение новых целинных земель на миллионах гектаров. В связи с этим геоботаниками проведена огромная работа по учету природных земельных угодий и их фитоценозов в различных зонах страны. Эти исследования геоботаников осуществляются в непосредственном контакте с почвоведами и ботаниками.

Геоботаника как наука возникла и развивалась на изучении естественных природных растительных сообществ (фитоценозов). Поэтому первое время многие геоботаники считали, что объектом ее изучения и должны оставаться только природные фитоценозы, создаваемые дикорастущей флорой. Такое утверждение нельзя считать правильным. В настоящее время, в век бурного роста всех видов промышленности и сельского хозяйства в задачу геоботаники входит изучение не только природных фитоценозов, но и культурных (искусственных), созданных человеком. Примером могут служить смешанные посевы нескольких видов кормовых трав (клевера лугового, клевера ползучего, тимофеевки луговой и др.). Культурные сенокосы и пастбища, смешанные посевы культурных растений, искусственные посадки леса представляют собой по существу растительные сообщества, т. е. фитоценозы. Даже посевы одной какой-либо культуры (пшеница, овес, рожь и др.) являются растительным сообществом, так как вместе с культурными растениями растут и их спутники — различные сорные растения, часто представленные в посевах в большом разнообразии и, следовательно, вместе с культурными растениями образующие определенные фитоценозы. В отличие от фитоценозов, образующихся дикорастущей флорой, культурные сообщества называются *агрофитоценозами*, или *культурфитоценозами*.

Агрофитоценозы создаются искусственно человеком, который формирует эти агрофитоценозы из заранее подобранных им видов растений. Разнообразие агрофитоценозов очень велико.

Агрофитоценозы — посевы (посадки) культурных растений — подчинены тем же закономерностям, какие свойственны природным фитоценозам, т. е. в них также происходят определенные взаимодействия между растениями. Поэтому перед геоботаниками поставлена задача — создание и изучение искусственных фитоценозов. Изучение особенностей агрофитоценозов заслуживает особого внимания, так как в настоящее время коренных, не измененных естественных фитоценозов осталось очень немного, большинство из них является в известной степени видоизмененными под воздействием человека (сенокошение, пастьба, вырубка леса, пожары леса, орошение, осушение и др.).

Таким образом, геоботаника занимается: 1) исследованием природных (фитоценозов) и создаваемых человеком искусственных (агрофитоценозов) фитоценозов; 2) изучением строения (структуры) и флористического состава фитоценозов; 3) исследованием жизни фитоценоза, т. е. взаимоотношений организмов в фитоценозе в зависимости от условий существования; 4) выяснением формирования, изменяемости и смен фитоценозов в зависимости от факторов среды; 5) изучением географического распространения фитоценозов; 6) выяснением влияния исторических факторов на формирование фитоценозов; 7) изучением классификации фитоценозов; 8) выяснением путей улучшения, рационального размещения и использования растительности; 9) определением хозяйственной (экономической) характеристики фитоценозов.

В Советском Союзе с его разнообразными естественноисторическими условиями геоботаникам представляется широкое поле деятельности. В нашей стране наибольший вклад в развитие геоботаники внесли В. Н. Сукачев, В. В. Алехин, В. Р. Вильямс, Л. Г. Раменский, А. П. Шенников, А. Н. Краснов, Е. М. Лавренко, Б. А. Быков, Т. А. Работнов и многие другие.

История развития геоботаники в нашей стране неразрывно связана с работами таких крупных почвоведов, как В. В. Докучаев, П. А. Костычев и др., и таких крупных ботаников, как В. Л. Комаров, Б. А. Келлер, Б. А. Федченко и др.

Широкий круг исследований геоботаники по характеристике растительных сообществ и растительности земного шара обусловливает тесную связь ее с другими естественными науками — геологией, геохимией, геофизикой, т. е. науками, занимающимися изучением нашей планеты, историей ее развития, строением, влиянием на органический мир, мир животных и растений. Геоботанические исследования связаны со всеми разделами ботаники — морфологией, систематикой и др., но особенно тесная связь в исследованиях геоботаников существует с экологией растений.

Понятие о флоре и растительности

Весь растительный мир представлен огромным количеством видов (до 500 тыс.), которые растут в различных зонах земного шара не в одинаковом количестве и неоднородном сочетании. Исторически сложившаяся совокупность видов растений, произрастающих на какой-либо территории, называется *флорой*. Например, можно говорить о флоре, т. е. видовом составе растений Советского Союза, о флоре Кавказа, о флоре Украины и т. д. Можно говорить и о флоре, т. е. видовом составе отдельного фитоценоза.

Термин же *растительность*, или *растительный покров*, означает совокупность растительных сообществ, произрастающих на определенной территории. Растительность объединяет растения не только различных видов, но и различных родов и семейств. Например, можно говорить — растительность болот, растительность степей, растительность леса и др.

На состав, характер и жизнедеятельность растительности различных районов Земли оказывают влияние многие факторы, но особенно сильно воздействуют климатические факторы биосферы (температура, вода), а также почва. В зависимости от характера растительности различают несколько растительных зон — тундра, лесная, степная, пустынная, тропическая и др.

Говоря о растительности, нередко употребляют однозначные термины — ландшафт (немецкое) и пейзаж (французское).

Ландшафт и *пейзаж* означают общий вид местности, которая характеризуется суммой типичных признаков — растительности, рельефа, почвы и других особенностей, например лесной ландшафт, болотный ландшафт, горный ландшафт и др.

Глава X. СТРОЕНИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ

Сообщество живых организмов

Основным объектом изучения геоботаники являются фитоценозы, или растительные сообщества, на характеристике которых остановимся несколько подробнее.

Существует несколько вариантов определения фитоценоза, но наиболее полное и точное определение фитоценоза приводит акад. В. Н. Сукачев: «Фитоценоз, или растительное сообщество, — совокупность растений, произрастающих совместно на однородной территории, характеризующаяся определенным составом, строем, сложением и взаимоотношениями растений как друг с другом, так и условиями среды. Характер этих взаимоотношений определяется, с одной стороны, жизненными, иначе экологическими, свойствами растений, с другой стороны, свойствами местообитания, т. е. характером климата, почвы и влиянием человека и животных».

Фитоценоз представляет собой не случайный набор растений, а конкретное их сочетание, исторически сложившееся сообщество, в состав которого входят как высшие, так и низшие растения, отличающиеся различными отношениями к экологическим факторам.

Примером фитоценозов могут служить всем хорошо известные понятия — лес, луг, степь, болото и др. В данном случае лес представляет собой фитоценоз, растительное сообщество, состоящее из древесных растений, под пологом которых произрастают травянистые растения.

Луг — это фитоценоз, сообщество, которое в отличие от леса состоит из многолетних травянистых мезофильных растений. Поэтому луга формируются на местах достаточно увлажненных, а географически они распространены главным образом в северной части Советского Союза, в лесолуговой зоне. В агрономической практике нередко луг определяется как угодье, которое используется в качестве сенокоса. Такое определение луга нельзя признать научно правильным, так как территория, занятая лугом, часто используется и как сенокос, и как пастбище. Поэтому в основу научного определения луга следует положить его природные свойства, а не способы использования человеком.

Степь — это фитоценоз, состоящий из многолетних, травянистых ксерофильных растений. Сосредоточены степи в центральной части Советского Союза в зоне с засушливым климатом.

В природе растения тесно связаны с животными, образующими, как и растения, сообщества, которые называются *зооценозами*. Совокупность фитоценоза и зооценоза образует комплексное сообщество живых организмов, называемое *биоценозом*. В состав биоценоза входят как микро-, так и макроорганизмы растений и животных.

Без неживой природы биоценоз существовать не может, вместе с ней он образует сложный комплекс, который называется *биогеоценозом*.

В биогеоценозе всегда складываются сложные взаимоотношения между живыми компонентами и окружающими их компонентами неживой природы. Зеленые растения создают органические вещества, части которых (опавшие листья, ветви и отмершие корни) являются пищей бесхлорофилльных растений (бактерий, грибов) и других микроорганизмов, которые без этого источника пищи не могут существовать. В то же время микроорганизмы разрушают органические вещества, минерализуют их и создают благоприятные условия для почвенного, минерального питания зеленых растений.

Одновременно зеленые растения имеют и двухстороннюю связь с животными, которым растения доставляют пищу, а животные в свою очередь изменяют условия жизни зеленых растений (рыхлят, удобряют почву и т. д.). Этим не ограничивается взаимосвязь, взаимодействие составных частей растительного сообщества. Растения очень сильно сдерживают механическую, разрушительную деятельность неживой природы (ветер, температура, вода) и одно-

временно действуют на строение почвы, ее плодородие. Таким образом, в растительном сообществе беспрерывно происходит взаимосвязь составных компонентов друг с другом.

В каждом биогеоценозе наблюдаются сложные взаимовлияния живых организмов не только друг на друга (биотических), но и на неживую природу (абиотическую), и, наоборот, абиотические факторы влияют на биотические. Биогеоценоз как исторически сложившееся сообщество организмов все время находится в состоянии непрерывного развития. Термин биогеоценоз был введен в геоботанику акад. В. Н. Сукачевым.

Зарубежные ученые предложили близкий по значению термин э к о л о г и ч е с к а я с и с т е м а (экосистема). Однако между этими терминами существуют некоторые различия. Часто зарубежные авторы в понятие экологическая система включают различное содержание, различный объем. Например, вся наша планета рассматривается как экосистема, и в то же время отдельные составные части планеты (отдельные участки Земли, отдельные леса и т. д.) именуются тоже как экосистемы. Следовательно, экосистемой можно называть любое сообщество живых организмов в совокупности с их средой обитания.

Формирование фитоценоза

Каждый вполне сформировавшийся фитоценоз характеризуется определенными признаками, сложными взаимоотношениями растений между собой и с окружающей их средой. Формирование фитоценозов обычно продолжается длительный отрезок времени. Процесс этот очень сложный и зависит от многих факторов. Фитоценоз развивается в постоянном взаимодействии с внешней средой, влияние которой на фитоценоз многообразно.

Различие фитоценозов в значительной степени зависит от характера места их произрастания, которое в геоботанике называется э к о т о п о м. Следовательно, экотоп — это определенный участок фитоценоза, характеризующийся особыми почвенно-климатическими условиями. На формирование каждого фитоценоза оказывает влияние экотоп, а структура каждого экотопа в свою очередь формируется под влиянием растущего на нем фитоценоза.

Для понимания процесса формирования фитоценоза разберем простой случай. Представим себе формирование фитоценоза на площади, лишенной растительности. Такой площадью могут служить участки, освобожденные от воды, — отмели (морские и речные), лесные гари, лесные вырубки, речные наносы, зарастание озер, территории после извержения вулканов и др.

Территории, свободные от растений, очень быстро ими заселяются. Зачатки растений (споры, семена, плоды и т. д.) заносятся на участок различными способами — ветром, птицами, водой, человеком. Первыми растениями нередко являются случайно занесенные сюда представители растительного мира, споры, семена или

плоды которых легко переносятся ветром. Первые поселенцы растут разреженно, далеко друг от друга. В этом случае нет еще настоящего фитоценоза, так как между растениями нет ясно выраженного взаимного влияния.

Постепенно, в течение ряда лет, на таких открытых местах число растений увеличивается, травостой становится гуще. В то же время занос зачатков растений продолжается. Одновременно с изменением травостоя изменяются и условия произрастания растений: влажность почвы, освещенность растений, состав питательных веществ и другие условия среды. Между растениями начинается борьба за существование; победителями выходят те виды растений, которые оказались более приспособленными к конкретным условиям окружающей среды. Обычно однолетние растения вытесняются многолетними, которые способны размножаться как семенами, так и вегетативными способами и более приспособлены к условиям произрастания.

Если бы в природе не существовали преграды для расселения видов растений, если бы каждый вид всегда развивался на той территории, на которую он попал, если бы не было борьбы за существование, если бы не было естественного отбора, число видов растений было бы значительно больше, чем это наблюдается на самом деле. Причин, тормозящих расселение видов растений, очень много, и они разнообразны (неподходящие почвенные, климатические условия и др.). Но особую роль в приживании вида в том или ином растительном сообществе играет конкуренция, естественный отбор.

Растения различных видов или одного вида, произрастая в фитоценозе рядом, конкурируют между собой, между ними происходит борьба за существование. В результате одни растения развиваются лучше, другие слабее — происходит естественный отбор более мощных, более приспособленных растений. Одновременно в фитоценозе растения благоприятно воздействуют друг на друга. Так, например, тенелюбивые травы хорошо развиваются под покровом древесных растений, тогда как на открытых местах они растут плохо или погибают.

Между растениями, обладающими одинаковыми жизненными потребностями, конкуренция выражена сильнее, чем между растениями, значительно отличающимися по своим жизненным свойствам. Происходит естественный отбор более приспособленных видов и форм растений. Так постепенно создается фитоценоз, который характеризуется определенными признаками и отношением к окружающей среде.

Наряду с конкуренцией за свет, влагу и пищу растения в фитоценозах оказывают влияние друг на друга в результате выделения разнообразных химических веществ. Установлено, что различные высшие растения выделяют разные химические вещества, которые действуют стимулирующе или угнетающе на другие высшие растения. Выделение веществ разными растениями происходит различно. Одни растения выделяют, например, фитонциды через листья,

цветки, луковицы, другие выделяют в почву различные кислоты через свою корневую систему. Влияние растений друг на друга путем выделения ими различных веществ называется аллелопатией.

В природе развитие фитоценоза никогда не прекращается, но общий его вид, его физиономичность, сохраняется длительный отрезок времени. Особенно это легко наблюдать в лесных фитоценозах.

Факторы, влияющие на процессы формирования фитоценозов, чрезвычайно разнообразны и различаются в отдельных зонах в зависимости от географического положения местообитания фитоценозов. Основными из них являются: 1) способность растений к расселению и размножению; 2) историко-геологические особенности местоположения района или участка; 3) особенности экологических факторов; 4) видовой состав растений, т. е. флоры ближайшего района, откуда могут быть занесены семена и плоды растений, и др.

При формировании фитоценоза всегда наблюдается влияние комплекса экологических факторов (климата, почвы, биотических и других факторов) на растительность и одновременно влияние растительности на окружающую среду. Таким образом, в процессе взаимовлияния экологических факторов и растений фитоценоза создается определенная среда обитания, обладающая всеми условиями, необходимыми для существования данной группы растений, т. е. создается определенный фитоценоз. Следовательно, каждый фитоценоз связан с определенным местообитанием, т. е. с комплексом экологических условий. Поэтому в различных пунктах со сходными экологическими факторами наблюдается распространение сходных фитоценозов. Например, сосновые леса в различных географических точках, как правило, растут на песчаных почвах, а еловые — на глинистых. В данном случае дело, конечно, не только в одном почвенном факторе, с этим фактором связаны и другие экологические факторы: водный режим, микрофлора, видовой состав высших растений и др.

Сформировавшиеся в процессе исторического развития фитоценозы обладают в природе относительной устойчивостью и, что очень важно, при нарушении или уничтожении фитоценозы способны восстанавливаться. Так, например, в прошлом было доказано, что если перепахать степь и несколько лет использовать ее под посевы культурных растений, а затем прекратить вспашку, использовать территорию под выпас или сенокос, то такие участки (залежи) постепенно превращаются в исходный фитоценоз — степь. Другой пример, дубовый или еловый лес после вырубки через много лет после ряда промежуточных стадий восстанавливается (В. В. Алехин) *. Устойчивость фитоценозов и их восстановление после уничтожения объясняются взаимосвязью фитоценоза с местообитанием.

---

* Естественно, что в данном случае речь идет не об абсолютном восстановлении и устойчивости фитоценоза в природе, а об относительном.

Признаки фитоценоза

Каждый фитоценоз характеризуется определенными признаками, совокупность которых дает конкретное представление о фитоценозе, его строении, структуре. Основными отличительными признаками фитоценозов являются: 1) видовой, или флористический, состав; 2) ярусность; 3) обилие; 4) количественное и качественное соотношения видов; 5) встречаемость; 6) покрытие; 7) жизненность; 8) характер местообитания.

Рассмотрим отдельно каждый из указанных признаков фитоценоза.

Видовой состав. Каждый фитоценоз характеризуется определенным составом, определенным количеством и соотношением видов растений. В видовой состав фитоценоза включаются как высшие, так и низшие растения, но из-за трудности определения видов низших растений они нередко учитываются в виде более крупных таксономических единиц, чем виды, т. е. отмечаются отдельные типы и семейства низших растений, а не видовой их состав.

Видовой состав высших растений отдельных фитоценозов бывает чрезвычайно различным, что зависит от географии изучаемого участка растительности, а следовательно, и от экологических факторов. Большое влияние при установлении числа видов оказывает площадь фитоценоза. Чем больше учетная площадь фитоценоза, тем большее количество видов устанавливается при обследовании. Обычно при установлении видового состава травянистого фитоценоза используются учетные площадки в 100 м^2, у древесных фитоценозов — значительно больше 100 м^2. При закладке одной учетной площадки в 100 м^2 в травянистом фитоценозе трудно определить средний показатель для фитоценоза, поэтому вместо одной площадки используют 10 или 20 площадок. Для выявления богатства флоры необходимо просматривать всю территорию, занимаемую фитоценозом.

Количество видов на единице площади называется *видовой насыщенностью фитоценоза*. Наибольшая видовая насыщенность фитоценозов бывает в тропических лесах. Одновидовых фитоценозов в природе фактически не существует, так как во всех случаях в фитоценозах всегда, кроме какого-то количества высших растений, присутствуют микроорганизмы. Иногда в литературе встречаются указания о наличии монофитоценозов, т. е. фитоценозов, состоящих из одного какого-либо вида растений. Обычно в таком случае в качестве примера указывается на «чистые» заросли таких видов растений, как тростник обыкновенный, хвощ топяной, рогоз узколистный. На самом деле, в таких «чистых» зарослях всегда присутствуют и другие специфические виды растений, хотя и в небольшом количестве.

Примером кратковременных монофитоценозов могут служить первые налеты сине-зеленых водорослей на остывающей лаве после извержения вулкана и первые колонии серобактерий в серных

ключах. Но такие одновидовые колонии очень быстро заселяются и другими видами растений.

Ярусность. В каждом фитоценозе растения имеют неодинаковую высоту, и поэтому растения образуют несколько ярусов. Ярусность является одним из характерных признаков фитоценоза. Различают ярусность надземную и подземную.

Более четко бывает выражена надземная ярусность в лесных фитоценозах, в которых растения резко различаются по своей высоте. В лесу наблюдается 4...5 и больше ярусов. За 1-й ярус всегда принимается верхний. Один или 2 верхних яруса образуются деревьями, ниже которых расположен ярус кустарников, затем ярус травянистой растительности, и последний ярус образуют мхи.

В травянистых фитоценозах (на лугах и болотах) тоже наблюдается ярусность, хотя она и не всегда так хорошо выражена как в лесу.

Верхний — 1-й — ярус луговой растительности занят каким-либо одним или несколькими высокорослыми злаками (тимофеевкой, ежой сборной, костром безостым и др.); в среднем — во 2-м — ярусе растут более низкорослые злаки (лисохвост луговой и др.), бобовые травы (клевер луговой, клевер гибридный); 3-й ярус, который бывает часто и последним, заполняют так называемые пастбищные, или низовые, злаки — мятлики, овсяница красная, овсяница овечья, полевица и др.

Часто на лугах наблюдается 4-й — самый нижний — ярус, занятый мхами. Надземная луговая растительность может быть и двухъярусной. Одноярусность — явление в природе очень редкое, отмечается иногда на засоленных почвах Среднеазиатских республик, где встречается растительность, представленная чрезвычайно однообразным видовым составом (солерос, солянки).

Ярусность, т. е. количество ярусов в фитоценозе, зависит от многих причин и в первую очередь от видового состава и экологических факторов. Чем благоприятнее климатические и почвенные условия местности, тем многоярусней оказываются фитоценозы. Самые сложные, многоярусные фитоценозы встречаются в зоне тропиков. В Советском Союзе более сложные фитоценозы образуются в лесах Закавказья и в Приморском крае.

В растительном сообществе растения различных видов занимают обычно не только различные ярусы над землей в древостое или травостое, но и в почве располагают свою корневую систему на различной глубине. Поэтому в фитоценозах различают надземную и подземную ярусность (рис. 298).

В расположении корней различных видов сообщества также легко устанавливаются 2...4 яруса. Например, в верхнем ярусе почвы сообщества луговых трав залегают обычно корневища злаков и корни однолетних трав. В более глубокие же слои проникают стержневые корни бобовых, сложноцветных, губоцветных и других трав, а промежуточный — средний — ярус обычно заполняется корнями кормовых злаков. Надземная и подземная ярусность осо-

бенно хорошо выражена в растительных сообществах древесных растений. Наибольшее количество корней растений сосредоточено в верхних слоях почвы; чем глубже, тем меньше корней (рис. 299).

Значение ярусности заключается в том, что она позволяет большему количеству различных растений разместиться на определенном участке, лучше и полнее использовать питательные вещества разных слоев почвы. Ярусное же расположение стеблей и ветвей растений позволяет им лучше использовать свет и тепло.

Ярусность фитоценоза может изменяться во времени. Особенно это хорошо заметно в травянистых фитоценозах, в которых высота растений отдельных видов значительно изменяется в зависимости от фазы и времени их вегетации (см. аспект фитоценоза). Обычно в одном ярусе располагаются растения, сходные по своим отношениям к условиям среды. Ярусы растений в растительном сообществе находятся между собой в тесной взаимозависимости. В процессе формирования строения фитоценоза ярусность обычно усложняется. Чем более сложившееся сообщество, тем оно старее, тем более сомкнутый растительный покров и тем большее количество ярусов имеется в сообществе.

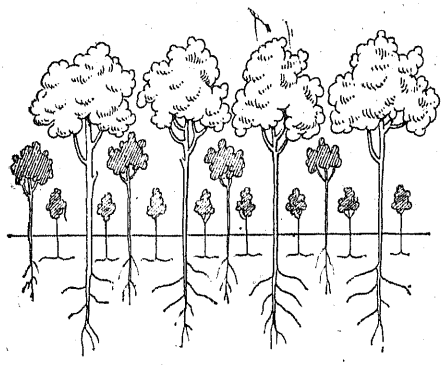


Рис. 298. Схема трехъярусного фитоценоза

Обилие (число особей). Под обилием подразумевается количество особей отдельных видов, населяющих данное сообщество. Обилие обусловливается прежде всего благоприятным сочетанием окружающих растения условий среды (почвы, рельефа, климата и др.). Чем благоприятнее экологические условия для роста растений, тем большее количество их встречается в сообществе. Обилие обусловливается также способностью отдельных видов расти группами или отдельными особями.

При описании растительного сообщества для каждого вида растений обилие указывается отдельно. По обилию видов растений растительные сообщества резко различаются между собой. Наибольшее обилие видов в фитоценозах наблюдается в степной зоне. По данным проф. В. В. Алехина, в степи под Курском было обнаружено на 1 м^2 1939 экземпляров растений, принадлежащих к 77 видам. По другим данным, в степных сообществах на 1 м^2 может быть свыше 80 видов.

Человек может сильно изменять состав естественных растительных сообществ, а следовательно, видоизменять и обилие отдельных видов в сообществе. Нетрудно себе представить, как изменяется, например, травянистая растительность степи при приме-

нении искусственного полива или растительность болот при их осушении.

Обилие видов в фитоценозе определяется несколькими методами, из которых основными являются: 1) глазомерная оценка; 2) метод

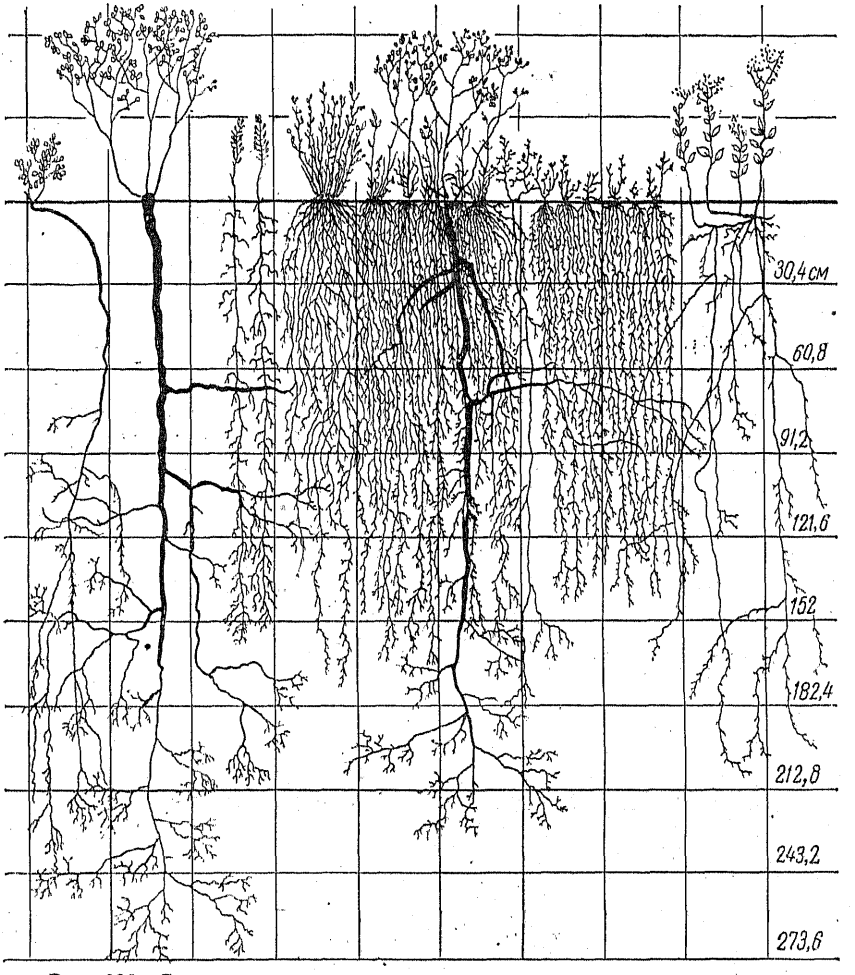


Рис. 299. Ярусность надземная и подземная в травянистом сообществе

учета обилия пересчетом растений каждого вида на единицу площади; 3) весовой метод.

Глазомерная оценка обилия видов в фитоценозе проводится по различным специальным шкалам, в которых каждая ступень шкалы соответствует тому или иному обилию вида. Существует несколько таких шкал, но чаще всего глазомерная оценка видов проводится по шкале Друде.

В настоящее время в Советском Союзе для глазомерной оценки обилия видов применяется несколько измененная шкала Друде, в которой латинские обозначения заменены русскими или цифрами и вместо 6 ступеней — только 4, что в значительной степени облегчает работу геоботаника. Эта шкала приведена ниже:

	Балл
Soc — фоновое растение (ф)	4
Cop — обильное распространение (об)	3
Sp — изредка, рассеянно (изр)	2
Sol — единично, редко (р)	1

Метод учета обилия пересчетом растений каждого вида на единицу площади сложнее глазомерной оценки. При пользовании этим методом выделяют учетные площадки, на которых и производят подсчет растений каждого вида. Размер учетных площадок зависит от характера фитоценоза.

Учет деревьев в фитоценозе проводят на площади 1000 м² (10 × × 100), 1600 м² (20 × 80) или 2000 м² (20 × 100), кустарников и трав — на площади 100 м². В последнем случае для того чтобы получить более точные сведения об обилии видов, учетные площадки меньших размеров часто выделяют в 10...20 местах — точках фитоценоза.

Весовой метод позволяет установить, какую зеленую массу дает данный вид (в % по отношению к общей массе фитоценоза и к массе отдельных его видов). Для определения обилия видов весовым методом в фитоценозе закладывается возможно большее количество площадок, что необходимо для статистической обработки полученных данных. Чаще всего этот метод используется при учете обилия видов в травянистых фитоценозах, в которых выделяется 20 площадок по 0,1 м². Растения на каждой учетной площадке срезают на уровне почвы. Затем их раскладывают по видам и взвешивают; с каждой площадки растения взвешивают отдельно. После учета результатов по всем площадкам высчитываются средние показатели участия каждого вида в производстве органической массы фитоценоза. Весовой метод особенно интересен при геоботанических обследованиях в практических целях, например при установлении продуктивности естественных сенокосов и пастбищ как в количественном, так и в качественном отношении. Чаще всего этот метод учета обилия видов проводится на высушенных растениях, собранных с пробных площадок травянистых фитоценозов.

Количественное и качественное соотношение видов. В фитоценозе всегда можно установить виды, которые имеют большее значение, и виды, которые имеют второстепенное значение. Поэтому после определения количества видов фитоценоза легко разделить их на 4 основные группы: доминирующие, субдоминирующие (содоминанты), второстепенные и третьестепенные виды растений.

Доминантами, или доминирующими видами, фитоценоза называются те, которые встречаются в большем коли-

честве, господствуют над другими видами, производят обычно большее количество органической массы. Они создают фон фитоценоза и определяют основной характер сообщества. Доминирующие виды фитоценоза устанавливаются независимо от их положения по ярусам. Нередко в фитоценозе можно выявить наличие доминантов в каждом ярусе сообщества.

Субдоминанты — это те виды, которые встречаются в меньшем количестве, чем доминанты, но они имеются в достаточном количестве и поэтому играют в фитоценозе заметную роль.

Второстепенные и третьестепенные виды встречаются в растительном сообществе в меньшем количестве или даже очень редко. Таким образом, например, в сосново-брусничном фитоценозе леса доминирующим видом является сосна, субдоминирующим — брусника, а остальные виды — второстепенными или третьестепенными.

Определение доминирующих и субдоминирующих видов в сообществе имеет значение при установлении наименования фитоценозов.

Часто доминирующий — господствующий — вид в фитоценозе называют эдификатором (эдификатор — строитель) сообщества, который обусловливает особенность фитоценоза. Например, в лесу эдификаторами являются деревья: в еловом — ель, в дубовом — дуб.

Встречаемость видов. При определении видового состава фитоценоза можно легко убедиться, что отдельные виды распределяются в сообществе неодинаково: одни встречаются равномерно по всему сообществу, другие — неравномерно — отдельными группами на некоторых участках фитоценоза. Неравномерное распределение видов в фитоценозе объясняется двумя главными причинами: биологическими особенностями видов и изменчивостью условий (почва, рельеф и др.) на участках фитоценоза.

Встречаемость видов в растительном сообществе определяется коэффициентом встречаемости, который обозначается R. Метод учета встречаемости видов в фитоценозе был предложен Раункиером и заключается в следующем.

В различных участках изучаемого фитоценоза равномерно закладываются пробные площадки, на травянистом — по 10...20 площадок размером каждая 0,1...1,0 м^2, в лесном фитоценозе размер площадок увеличивается до 100...1600 м^2, а количество их сокращается до 10.

При обследовании растительности на площадке отмечается наличие или отсутствие каждого вида. Результаты наблюдения по каждому фитоценозу записывают в ведомость определенной формы (см. таблицу), в которой наличие вида обозначается либо цифрой, указывающей количество экземпляров данного вида, либо знаком плюс (+), а отсутствие вида — знаком минус (—).

Коэффициент встречаемости R определяется по формуле $R = 100\ a/n$. В этой формуле a обозначает число площадок, в кото-

рых данный вид зарегистрирован, n — общее число обследованных площадок.

Название вида	№ пробной											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Овсяница луговая	5	6	4	7	8	5	4	5	3	10	7	6
Клевер луговой	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Тимофеевка луговая	2	—	3	—	—	5	—	4	—	—	2	—

Коэффициент встречаемости клевера лугового в приведенной таблице равен $6 \cdot 100/25 = 24$. Из приведенной таблицы видно, что овсяница луговая в фитоценозе встречается равномерно, наличие ее отмечено в каждой из пробных площадок, и, следовательно, ее коэффициент встречаемости равен 100%. В том же фитоценозе тимофеевка луговая встречается уже менее равномерно, только на 10 площадках — $R = 40\%$, а клевер луговой, как это было сказано выше, имеет коэффициент встречаемости 24%.

Покрытие. Обилие и встречаемость видов не дают еще полного представления о роли отдельных видов в фитоценозе. Даже при наличии в фитоценозах какого-либо вида в одинаковом количестве экземпляров роль его в формировании фитоценоза зависит от характера и степени развития надземных органов растений этого вида, в результате чего растения вида могут покрывать площадь фитоценоза в большей или меньшей степени.

Покрытие учитывается обычно глазомерно, или для этого используется особая сеточка с делениями (сеточка Раменского). Рассматривая травянистый ковер сверху вниз, можно установить, какую часть почвы покрывает данный вид, и выразить это в процентах.

Жизненность. В любом фитоценозе не все виды развиваются в одинаковой степени — одни из них проходят полный цикл своего развития, т. е. цветут, образуют плоды и семена; другие заканчивают свое развитие фазой цветения, а третьи могут совсем не цвести и размножаются только вегетативным путем. При описании фитоценоза обычно жизненность отдельных видов обозначают цифрами: 3 — вид проходит полный цикл развития, т. е. образует плоды и семена; 2 — вид только вегетирует и не образует репродуктивные органы; 1 — вид вегетирует слабо.

Жизненность вида характеризует приспособленность его к фитоценозу. Чем благоприятнее условия среды фитоценоза для вида, тем выше его жизненность.

Характер местообитания. Каждый фитоценоз приурочен к определенному местообитанию. Под местообитанием подразумевается совокупность тех условий среды обитания, которые необходимы для нормальной жизнедеятельности фитоценоза. Следовательно, каждый фитоценоз занимает определенную площадь, опре-

деленный географический участок Земли, который характеризуется комплексом биотических и абиотических факторов среды. Между

площадки													Коэффициент встречаемости, %
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
6	3	1	2	7	8	6	5	9	4	6	2	23	100
—	—	—	3	—	—	—	4	—	—	4	4	—	24
—	3	—	—	1	—	6	—	5	3	—	—	—	40

местообитанием и фитоценозом всегда существует постоянная взаимосвязь: местообитание обеспечивает фитоценоз элементами жизнедеятельности его, а фитоценоз оказывает в свою очередь влияние на формирование местообитания. Не следует смешивать понятие местообитание с понятием местонахождение. Под местонахождением подразумевается географический (административный) пункт, в котором обнаружен данный фитоценоз. Иногда понятие местообитание фитоценоза заменяется термином экотоп.

Изменения фитоценозов

Каждый вид растения в течение года проходит определенные фазы роста, в связи с чем растения претерпевают внешние изменения и приобретают различный внешний облик. С изменением облика растений отдельных видов изменяется внешний вид и всего фитоценоза.

У многолетних растений изменения внешнего облика отмечаются не только в течение года, но и в различные годы, что обусловливается в свою очередь изменением условий внешней среды (климат, биофакторы и др.) в отдельные годы и возрастом растений.

Обычно у фитоценозов отмечаются: 1) сезонные, или фенологические, изменения; 2) разногодичная изменчивость. Однако следует иметь в виду, что при наличии указанных изменений фитоценоз не заменяется другим, а приобретает лишь различный внешний вид.

Сезонные, или фенологические, изменения. Сезонное изменение фитоценоза обусловливается наличием в природе сезонных изменений. В течение года сменяются весна, лето, осень, зима. Изменение времен года оказывает большое влияние на живые организмы. Под влиянием сезонных колебаний изменяются экологические факторы окружающей растения среды (температура, влажность и др.). Известно, что в результате смены времен года в природе происходят хорошо заметные сезонные изменения. В растительном мире, например у древесных растений, начиная с весенних дней, наблюдается смена таких явлений, как набухание и распускание почек, появление листьев, бутонов, раскрывание цветков, появление и созревание плодов и семян.

Каждое растение в процессе своего развития претерпевает определенные изменения внешних признаков. Наблюдается строгая закономерность в последовательности смены одних признаков другими, что в свою очередь находится в зависимости от изменения экологических факторов. Изменение внешних признаков растений в процессе их жизни носит название *фаз роста растений, или фенологических фаз* (фенофаз). Фазы у отдельных видов растений не всегда одинаковы, различна и продолжительность отдельной фазы у разных видов. Особенно заметны различия фаз у однолетних по сравнению с древесными растениями. Поэтому и обозначение фаз у отдельных видов или групп видов бывает не всегда одинаковое.

Раздел ботаники, который занимается изучением сезонных явлений в жизни растений, т. е. фаз их роста и связи этих явлений с современными и историческими условиями, называется фенологией растений.

Наступление и продолжительность фенологических фаз одного и того же растения изменяются в зависимости от его возраста, а также и по отдельным годам в зависимости от изменения экологических факторов.

Существуют определенные названия фенологических фаз. Так, например, для травянистых растений при фенологических наблюдениях употребляют следующие названия фаз, чередующихся в определенной последовательности (в скобках указаны подфазы): 1-я — вегетация (появление всходов, образование розетки, образование стебля, облиствение); 2-я — бутонизация (набухание цветковых почек, формирование бутонов, полная бутонизация); 3-я — цветение (раскрывание бутонов, начало цветения, полное цветение, отцветание); 4-я — плодоношение (начало образования плодов, появление зрелых плодов, осыпание семян или плодов); 5-я — окончание вегетации (появление изменений в окраске листьев, усыхание и отмирание всего растения). У травянистых многолетних растений наблюдается еще 1 фаза — вторичная вегетация.

У древесных растений установлено значительно больше фенологических фаз и особенно подфаз: 1-я — вегетация (начало сокодвижения, набухание почек, зеленение листовых почек, развертывание молодых листьев, развертывание большей части листьев); 2-я — бутонизация (набухание цветковых почек, единичное развертывание цветковых почек, массовое развертывание цветковых почек); 3-я — цветение (раскрытие первого цветка, массовое цветение, начало увядания единичных цветков, массовое увядание, окончание цветения); 4-я — плодоношение (единичное завязывание плодов, массовое завязывание плодов, появление первого зрелого плода, массовое созревание плодов, начало опадения плодов, конец опадения плодов); 5-я — окончание вегетации (начало расцвечивания листьев, запестрение, начало осыпания листьев, массовый листопад, осыпание большей части листьев, окончание листопада); 6-я — период относительного покоя.

Следует иметь в виду, что указанные фазы свойственны не всем растениям.

При геоботанических обследованиях лугов и в агрономической практике чаще всего приходится иметь дело с представителями семейства злаки, для которых установлены следующие фенологические фазы: 1-я — всходы (характерно появление на поверхности почвы первых развернувшихся листьев); 2-я — 3-го листа (характерно появление верхушки 3-го листа из пазухи 2-го); 3-я — кущение — образование боковых побегов (отличается появлением верхушки еще свернутого в трубку нового листа бокового побега из пазухи листа главного побега и последующих боковых побегов 2-го порядка из пазухи листа боковых побегов 1-го порядка); 4-я — выход в трубку (характерно удлинение междоузлий главного стебля, основного или главного побега и образование соломины с обозначением стеблевых узлов); 5-я — колошение, или выметывание (появление половины колоса или верхушки метелки); 6-я — цветение (появляются в средней части колоса или на верхушке метелки раскрытые цветковые чешуи отдельных цветков, а снаружи колосков — созревшие пыльники, выбрасывающие пыльцу); 7-я — молочная спелость (зерновка в средней части колоса у пшеницы, ржи, ячменя или в верхушечных колосках метелок у овса, риса достигает в длину нормальных размеров, а содержимое зерновки имеет вид либо молока — у овса, либо хлопьев свернувшегося молока — у пшеницы, либо вареного некрутого белка светло-кремового цвета — у ржи, ячменя); 8-я — фаза желтой, или восковой, спелости (зерновка в средней части колоса у пшеницы, ржи, ячменя или в верхушечных колосках метелки у риса, овса целиком пожелтела, легко режется ногтем и мнется, как воск, листья и соломина желтеют, и процесс фитосинтеза прекращается); 9-я — фаза полной спелости (зерновка становится твердой). У многолетних дикорастущих злаков наблюдается вторичная вегетация.

Время наступления и продолжительность отдельных фаз в значительной степени изменяются в зависимости от географического места произрастания, особенностей климата, а у культурных растений, кроме того, и от приемов возделывания (вспашки, ухода, удобрений и т. д.), т. е. от агроэкологических факторов и от сорта. Каждая из указанных фаз характеризуется определенными внешними (морфологическими) признаками (рис. 300).

У видов фитоценоза отдельные фенологические фазы наступают в разное время. Одни виды растений зацветают рано, другие — поздно, а третьи по времени зацветания занимают промежуточное положение. Если все фенологические фазы и их продолжительность изобразить графически по всем видам растений фитоценоза, получится фенологический спектр, т. е. графическое изображение хода развития отдельного вида растений или растительного сообщества. Фенологический спектр фитоценоза дает наглядную картину изменения фенофаз отдельных видов фитоценоза в течение лета. С ранней весны, например, на лугу зацветают самые ранние виды

растений, они отцветают, начинают цвести последовательно другие виды, и так до осени продолжается смена цветущих растений.

Изменение фенологического спектра наблюдается и в развитии сорняков, засоряющих посевы культурных растений. На рис. 301 представлен феноспектр 7 видов сорных растений одного семейства — крестоцветные, одновременно засоряющих посевы озимой ржи в Ленинградской области. Все 7 видов сорных растений одного семейства, но цветут в разное время.

На основании фенологических наблюдений, проведенных в различных областях Советского Союза, составляются биоклиматические, или фенологические, карты. На этих картах нанесены изофены, т. е. линии, соединяющие пункты, в которых одновременно



Рис. 300. Фазы роста пшеницы (по А. П. Руденко):

а — всходы; *б* — 3-й лист; *в* — кущение; *г* — выход в трубку; *д* — колошение; *е* — цветение; *ж* — плодоношение — молочная спелость; *з* — восковая спелость

наступают те или иные фенологические явления у какого-либо вида растения, например зацветание яблони в разных областях европейской части СССР. В Краснодарском крае цветение яблони начинается на 30 дней раньше, чем в Ленинградской области.

Изучение фенологических изменений фитоценозов имеет большое практическое значение, потому что с изменением фазы роста растения связано изменение количества и качества продукции растений. Например, зеленая масса луговой растительности, скошенной в начале цветения, отличается лучшими кормовыми качествами, так как в эту фазу развития растения содержат повышенное количество белка и витаминов и пониженное количество клетчатки, но урожай зеленой массы, убранной в данную фазу, будет ниже, чем урожай ее при уборке в период полного цветения растений.

Разногодичная изменчивость фитоценоза. Изменение фитоценозов возможно не только в течение года, но и в различные годы.

Общеизвестно, что климатические условия в разные годы неодинаковы. В одни годы зима бывает очень мягкая — без сильных морозов, в другие, наоборот, очень суровая — с сильными морозами. В одно лето осадков выпадает много, в другое — мало. Все погодные изменения сильно влияют на развитие растений, в связи

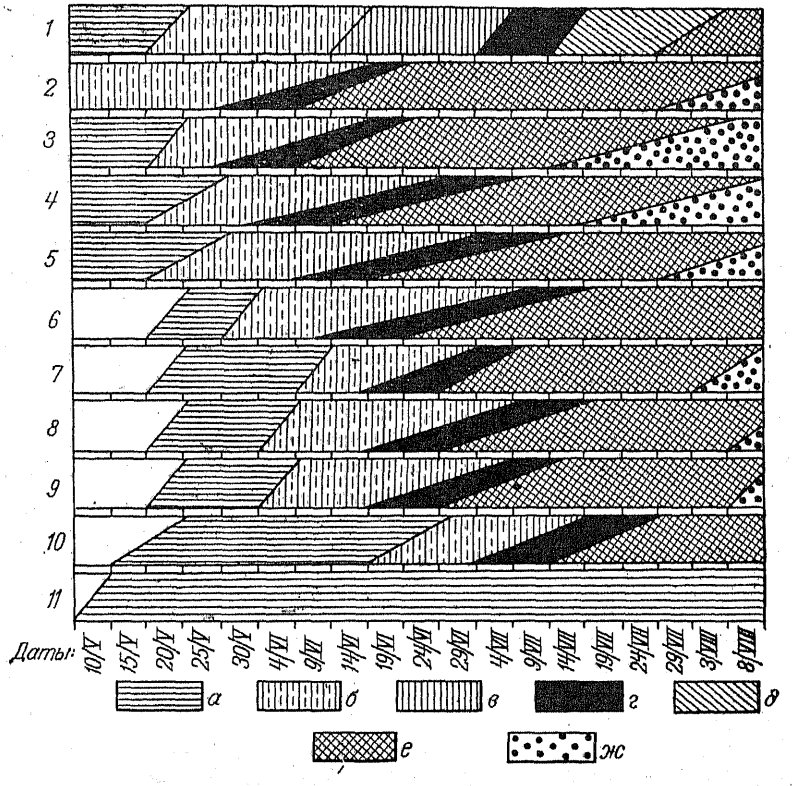


Рис. 301. Фенологический спектр сорных растений семейства крестоцветные в посевах озимой ржи:

виды: *1* — озимая рожь; *2* — сурепка дуговидная, зимующая; *3* — пастушья сумка, зимующая; *4* — ярутка полевая, зимующая; *5* — желтушник левкойный, зимующий; *6* — редька дикая; *7* — пастушья сумка, яровая; *8* — горчица полевая; *9* — капуста полевая; *10* — желтушник левкойный, яровой; *11* — сурепка дуговидная, яровая; фенологические фазы: *а* — вегетативная; *б* — бутонизации (выход в трубку); *в* — колошение; *г* — цветение; *д* — молочная спелость; *е* — созревание (восковая спелость); *ж* — обсеменение

с чем происходит изменение многих признаков фитоценоза: облиственности, прироста растений, продолжительности фенологических фаз, задерживаются в развитии одни виды и более интенсивно растут другие и т. д. Указанные изменения растительности под влиянием изменяющихся факторов в различные годы и называются разногодичной изменчивостью фитоценоза. Но следует иметь в виду, что разногодичная изменчивость связана с изменением признаков,

а не ботанического состава, который обычно отличается по годам достаточной устойчивостью. Это положение свойственно фитоценозам древесных растений, в травянистых же фитоценозах разногодичная изменчивость условий среды приводит часто к значительной изменчивости ботанического состава фитоценоза из-за частичной гибели отдельных видов растений от неблагоприятных условий (выпревание, вымерзание и др.). На изменчивость и смену растительных сообществ сильное влияние оказывает деятельность человека, что часто связано со стремлением более разумного использования естественных растительных ресурсов (рубка леса, осушение болот, орошение земель и др.).

Смена аспекта фитоценоза. Аспект — это внешний вид, облик, физиономичность фитоценоза, который значительно изменяется в отдельные времена года.

Аспект обусловливается разными факторами: видовым составом, изменением фенологических фаз, экологией и др. Особенно резко изменяется аспект по его окраске в течение лета. Например, сырой пойменный луг ранней весной приобретает зеленый аспект за счет зеленой окраски нецветущих трав. Затем аспект становится желтовато-зеленым от цветения ранних лютиков. К началу июня аспект луга снова изменяется и приобретает сиреневато-белую окраску в результате цветения сердечника. Позже при наступлении цветения злаков аспект приобретает сизый оттенок и т. д.

Лишь у немногих растительных сообществ аспект остается почти неизменным в течение всего лета, например у соснового бора с лишайниками, у елового леса. Особенно четко бывают выражены смены аспектов в течение лета у степных травянистых фитоценозов с ярко цветущими растениями, которые зацветают в разное время.

Наиболее красочные аспекты степных фитоценозов бывают ранней весной, когда в большом количестве и ярко цветут эфемеры и эфемероиды.

С изменением аспекта обычно в фитоценозе происходит и изменение ярусности во времени, так как во время зацветания растения становятся выше и наблюдается смена видов растений 1-го яруса.

Взаимоотношение фитоценоза и среды

Как уже указывалось, растение и среда представляют собой диалектическое единство. В настоящее время ни у кого не вызывает сомнений средообразующая роль растений. Если отдельные растительные организмы находятся под влиянием среды и в свою очередь действуют на нее, то фитоценоз, т. е. совокупность отдельных организмов, также находится под влиянием среды, которая формируется в свою очередь под влиянием растительности.

При воздействии на среду фитоценоз по существу создает свою внутреннюю среду, которая называется фитосредой. При изучении фитосреды сообщества легко заметить, что фитосреда

одного сообщества, например соснового леса, резко отличается от фитосреды другого сообщества — березового леса.

Взаимовлияние среды и фитоценоза чрезвычайно многообразно, каждый экологический фактор оказывает влияние на строение и жизненные функции фитоценоза, но и структура фитоценоза оказывает не меньшее влияние на среду в целом и на отдельные ее факторы.

Влияние фитоценоза на влажность. Любой фитоценоз оказывает существенное влияние на влажность почвы и воздуха. Это особенно хорошо заметно в древесных сообществах, где влажность поверхности почвы бывает выше, чем на открытой, безлесной территории, а на глубине почвы, наоборот. Объясняется это тем, что в лесу на поверхности почвы имеется большое количество органических остатков, которые впитывают влагу, и крона деревьев уменьшает испарение с поверхности почвы. На определенной глубине почвы влага в сильной степени поглощается мощной корневой системой древесной растительности. Так, по данным Высоцкого, влажность почвы на поверхности черного пара равняется 3,6%, целины — 5,9%, леса — 15%; на глубине 25 см — соответственно 24,2; 17,5 и 18,4%.

Фитоценозы, особенно древесные, задерживают своей листвой выпадающие осадки. Чем старше по возрасту лесной массив, тем большее количество осадков перехватывает его крона.

Различные виды растений задерживают неодинаковое количество осадков, поэтому и влажность почвы под фитоценозом бывает разная. Например, лиственный лес, как правило, задерживает влагу своими листьями меньше, чем сосновый и еловый. Это объясняется тем, что вода с листьев лиственных растений легко стекает, а у хвойных растений она в виде капель задерживается на иглах.

Фитоценозы в большой степени влияют на режим стока воды и тем самым предохраняют почвы от вымывания питательных веществ и эрозии. Фитоценоз оказывает сильное влияние на водный режим не только внутри самого сообщества, но и далеко за его пределами. Например, полезащитные лесные полосы способствуют накоплению большого количества влаги внутри лесных полос и в примыкающих к ним полям.

Влияние фитоценоза на температуру. Растительный покров сильно влияет на температуру воздуха и почвы. Температура воздуха внутри фитоценоза всегда много ниже, чем на открытом месте. Особенно легко это обнаружить в лесу. Кустарниковая и травянистая растительность также влияет на температурный режим почвы и воздуха. Но характер влияния может резко меняться в зависимости от строения и географического положения фитоценоза.

Густой луговой растительный покров всегда препятствует проникновению тепла к поверхности почвы, и поэтому летом почва на лугах бывает холоднее, чем на открытых местах.

Влияние фитоценоза на тепловой режим зависит от многих причин: видового состава, возраста, ярусности, густоты стояния и др.

Несомненно, что растения одного и того же фитоценоза, но разных ярусов находятся в неодинаковых температурных условиях.

Влияние фитоценоза на освещенность. Количество света, проникающего в фитоценоз, в значительной степени зависит от ярусности, густоты стояния, видового состава растительности и других особенностей строения фитоценоза. В любом фитоценозе часть солнечных лучей поглощается растениями и тем сильнее, чем ярче выражена ярусность и облиственность сообщества. Хорошо известно, что при одинаковой густоте стояния растений в сосновом лесу всегда бывает светлее, чем в лиственном.

В различных фитоценозах количество света, проникающего к отдельным ярусам, неодинаково. Прежде всего это зависит от строения растений верхнего яруса. Проникновение различного количества света в яруса обусловливает и видовой состав растений отдельных ярусов. Как уже указывалось, в зависимости от отношения к свету растения делятся на 3 основные группы: светолюбивые, теневыносливые и тенелюбивые. Представители этих экологических групп растений лучше растут при определенном количестве света. Так, например, для такого светолюбивого растения, как лиственница европейская, минимальное количество света составляет 20% от полного дневного освещения. При наличии меньшего количества света лиственница гибнет. У другого светолюбивого растения — сосны обыкновенной — хвоя перестает расти при 9,1% от полного дневного освещения. Тогда как такое тенелюбивое растение, как бук лесной, может расти при наличии всего 1,3% света от полного дневного освещения. Если буковые деревья растут при очень слабой освещенности, то травянистая растительность этих лесов получает под пологом деревьев еще меньше света.

Влияние фитоценоза на освещенность резко изменяется в зависимости от периода года: весной, когда деревья стоят без листьев, нижний ярус — травянистая растительность — получает света гораздо больше, чем летом.

Влияние фитоценоза на скорость и силу ветра. Скорость ветра на ровной поверхности бывает всегда сильнее в верхних слоях атмосферы, чем в нижних. Фитоценоз оказывает большое влияние на скорость ветра, и чем дальше, например, в глубь леса, тем меньше становится сила ветра. Различная сила ветра наблюдается и по ярусам: в нижнем ярусе сила ветра всегда бывает меньше, чем в верхнем.

Влияние фитоценоза на почву. Как указывал крупнейший почвовед нашей страны В. В. Докучаев, почвообразовательные процессы проходят под влиянием материнских горных пород, рельефа, климата и живых организмов. Существенную роль в почвообразовательном процессе выполняют фитоценозы. Разные типы почв образуются под влиянием различных фитоценозов, так, например, формирование черноземов проходило под воздействием степной травянистой растительности, подзолистые почвы в северных областях образовались при непосредственном влиянии хвойной древес-

ной растительности, красноземы создались при участии субтропической и тропической древесной растительности.

Почвообразовательные процессы неразрывно связаны с накоплением органических веществ. Основным поставщиком их являются растения, которые откладывают эти вещества в виде опадающих надземных частей, отмерших корневых систем и т. д. Количество откладываемой органической массы зависит от характера, структуры фитоценозов.

В различных фитоценозах на 1 га почвы опадает следующее количество надземных частей (в тоннах): в тундре и лесотундре — 0,4, в смешанном лесу — 5...7, в степи — 6...10, в пустыне — 0,4...2,3, во влажном тропическом лесу — 100...200.

Фитоценозы способствуют накоплению гумуса в почве, образованию структуры почвы, обусловливают различный химический, механический состав, плодородие почвы, ее тепловой режим и др.

На формирование почв большое влияние оказывают не только высшие, но и низшие растения, которые в процессе своей жизнедеятельности накапливают в почве большое количество органической массы. Таким образом, в природе всегда наблюдается значительное влияние растительности на строение почвы, и, наоборот, строение почвы оказывает влияние на характер растительности.

Влияние фитоценоза на рельеф. Как уже было отмечено, растительность сильно регулирует характер стока воды, его скорость и равномерность, что приобретает особое значение на холмистых и горных рельефах. Организация правильного использования растительности фитоценозов, например организация плановой пастьбы животных, предохраняет вытаптывание склонов и их размыв. Неразумная вырубка лесов приводит обычно, особенно на горных склонах, к смыванию почвенного покрова, а следовательно, и к уничтожению фитоценоза.

Влияние деятельности человека на фитоценозы. Жизнь человека неразрывно связана с растениями, от которых он получает разные продукты питания и сырье для различных видов промышленности. Влияние человека на растительный покров земного шара превышает влияние любого другого фактора среды. Растительность всех континентов сильно изменена человеком, и в настоящее время воздействие человека на растительность возрастает. Остановимся на некоторых примерах изменения фитоценозов человеком.

В 1501 г. в Атлантическом океане был открыт остров, названный островом Святой Елены. В то время он был густо покрыт местной растительностью. Англичане завезли на этот остров коз, которые уничтожили почти всю местную растительность.

Аналогичную картину уничтожения человеком местных фитоценозов и создания новых можно наблюдать почти во всех районах земного шара. В США на месте уничтоженных огромных лесных массивов возделываются сельскохозяйственные растения, завезенные из других стран мира, даже сорные растения здесь являются иноземными.

Однако, хотя человек и повинен в исчезновении многих растений, вместе с тем он сделал много по внедрению новых растений, им созданы новые растительные сообщества, которые можно назвать культурными фитоценозами.

В Советском Союзе в настоящее время издан ряд законов по охране природы. В различных географических зонах создано много заповедников, в которых проводится большая научно-исследовательская работа по сохранению естественных богатств как растительного, так и животного мира.

Смена фитоценозов

Помимо временных изменений, у фитоценозов бывает и полная смена, когда один фитоценоз заменяется другим. Причинами могут быть землетрясения, извержение вулканов, сильное изменение климатических условий под влиянием, например, смены русла реки и других естественноисторических факторов. Сильное влияние на смену фитоценозов оказывают представители мира животных и, особенно, деятельность человека. Например, постройка таких больших каналов, как Беломорско-Балтийский, Волго-Донской, Каракумский и др., оказала огромное влияние на изменение климата большой территории, что в свою очередь вызвало смену состава растительности и, следовательно, фитоценозов.

Влияние животных на смену фитоценозов особенно резко выражено в горных районах, где неправильно организованная пастьба способствует уничтожению ценных в кормовом отношении видов трав и, наоборот, способствует распространению малоценных, вредных и даже ядовитых видов трав, которые животные при пастьбе обходят, эти виды быстро размножаются, часто происходит полная смена фитоценозов.

Сильные ветровые бури вызывают ветровую эрозию почв, уничтожение почвенного покрова на огромных площадях, в результате чего происходит смена фитоценозов.

Не меньшее значение в смене фитоценозов приобретает водная эрозия, которая вызывается смывом верхних слоев почвы бурными потоками. Смена лесных фитоценозов часто происходит под влиянием действия лесных пожаров, которые возникают под влиянием грозы, а также небрежного отношения человека.

В районах сложных гидротехнических сооружений, при создании искусственных морей и озер значительно изменяется климат, а следовательно, происходит смена фитоценозов.

Описание фитоценозов

Описание фитоценозов проводится по специально разработанным в методических руководствах положениям. В качестве предварительной схемы описания видового состава фитоценоза можно пользоваться следующей формой (по М. В. Маркову):

Перед сбором количественных показателей необходимо составить подробную характеристику условий, в которых находится данный фитоценоз.

№ по порядку	Название растений	Фаза вегетации	Ярус	Жизненность	Оценка обилия по шкале Друде	Данные учета			
						Обилие, число экземпляров на 1 м²	Густота, число побегов на 1 м²	Зеленая масса, г/м²	Коэффициент встречаемости

Глава XI. КЛАССИФИКАЦИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ

Как уже указывалось, в природе существует большое разнообразие фитоценозов, которые имеют различную степень сходства друг с другом. Поэтому для того чтобы разобраться во всем разнообразии фитоценозов, создана их классификация, установлены определенные таксономические (систематические) единицы. Как известно, в ботанике в систематике растений основной систематической единицей является вид, сходные виды объединяются в более крупные систематические единицы — роды, в свою очередь группируемые в семейства и т. д.

Принятая в настоящее время классификация фитоценозов состоит из 7 соподчиненных систематических единиц: 1) ассоциация; 2) группа ассоциаций; 3) класс ассоциаций; 4) формация; 5) группа формаций; 6) класс формаций; 7) тип растительности.

Ассоциация

В геоботанике основной наиболее мелкой систематической единицей считается ассоциация. Как отдельный вид в систематике растений объединяет особи растений, сходные по комплексу признаков, так и в геоботанике фитоценозы, сходные по комплексу признаков, объединяются в ассоциации. К одной ассоциации относятся все фитоценозы, сходные между собой по физиономичности, ярусности, видовому составу, по количественному соотношению видов и по сходным условиям местообитания фитоценозов.

Следовательно, ассоциация как систематическая единица в геоботанике представляет собой совокупность сходных фитоценозов.

Если же на определенной территории встречается только один, своеобразный по своему строению фитоценоз, он одновременно будет представлять собой и ассоциацию.

Ассоциация отличается одна от другой главным образом по субдоминантам. Сходные ассоциации объединяются в более крупные систематические единицы — группы ассоциаций, которые образуют классы ассоциаций и т. д.

«Ассоциация есть растительное сообщество определенного флористического (видового) состава с особыми условиями местообитания, особой физиономией», — такое определение было принято на 6-м Международном ботаническом конгрессе в 1910 г. и широко употребляется в настоящее время.

Для каждой ассоциации характерны определенный видовой состав растений, структура (ярусность), последовательное развитие растений, составляющих ассоциацию, последовательная смена фенологических аспектов, т. е. внешнего вида. Каждая растительная ассоциация связана с определенными условиями среды — климатом, почвой и биотическими факторами.

Как известно, в систематике растений вид должен иметь бинарную номенклатуру и называться на латинском языке. В геоботанике ассоциация также имеет двойное название на латинском языке.

Название ассоциации дается по наименованию доминирующего и субдоминирующего видов растений. При этом в названии основного доминанта отбрасывается окончание слова и присоединяется вместо этого окончание — etum, а к названию субдоминанта приставляется окончание — osum. Таким образом, ассоциация сосновый лес с доминантом сосна (Pinus) и с субдоминантом брусника (Vaccinium) называется Pinetum vacciniosum; дубовый лес (дуб — Quercus) с подлеском из липы (липа — Tilia) — Quercetum tiliosum и т. д. Группа ассоциаций объединяет те ассоциации, которые имеют одни и те же доминанты.

Формация

Растительной формацией в геоботанике называют крупную систематическую единицу, объединяющую те растительные ассоциации, в которых доминирующие растения относятся к одному ботаническому виду. Например, все ассоциации елового леса, образованные елью обыкновенной (Picea excelsa), относятся к одной формации; все ассоциации соснового леса, состоящие из сосны обыкновенной (Pinus sylvestris), — также к одной формации.

Различные луга, в которых доминирует в травостое лисохвост луговой (Alopecurus pratensis), составляют одну формацию — лисохвостную — Alopecurata pratensis.

Растительные формации объединяются в более крупные систематические единицы — в группы и классы формаций. В группу формаций объединяют те растительные формации, у которых доминанты относятся к одному ботаническому роду.

Тип растительности

Высшей таксономической единицей в классификации фитоценозов считается тип растительности. Эта систематическая единица объединяет растительные сообщества, которые характеризуются общими биологическими и экологическими особенностями растений. Типы растительности резко отличаются между собой по физиономичности.

Всю растительность земного шара разделяют на 4 основных типа: 1) древесный (древесно-кустарниковый); 2) травянистый; 3) пустынный; 4) блуждающий.

Приведем конкретный пример перечисленных систематических единиц растительности.

I. Ассоциации: 1) еловый лес из ели обыкновенной с обилием в травянистом покрове кислицы и хорошо развитым покровом из зеленых мхов; 2) еловый лес из ели обыкновенной с обилием в травянистом покрове брусники и с хорошо развитым покровом из зеленых мхов; 3) еловый лес из ели обыкновенной с обилием в травянистом покрове черники и с хорошо развитым покровом из зеленых мхов.

II. Группы ассоциаций: 1) еловый лес из ели обыкновенной с хорошо развитым покровом из зеленых мхов; эта группа ассоциаций объединяет все 3 вышеуказанные ассоциации; 2) еловый лес из ели обыкновенной с примесью широколиственных древесных пород и кустарников.

III. Формации: 1) еловый лес из ели обыкновенной; эта формация объединяет 2 группы ассоциаций, указанные выше; 2) сосновый лес из сосны обыкновенной; 3) пихтовый лес из пихты сибирской.

IV. Группы формаций: 1) еловые леса; 2) сосновые леса; 3) дубовые леса.

V. Классы формаций: 1) хвойные леса; 2) лиственные леса.

VI. Типы растительности: 1) древесный; 2) травянистый; 3) пустынный; 4) блуждающий.

Первые 3 типа растительности объединяют растения, прикрепленные к субстрату (к почве), а 4-й объединяет растения, не прикрепленные к субстрату, — водные растения.

Агрофитоценоз

В целях более разумного использования пахотных земель и повышения урожайности сельскохозяйственных растений широко применяются смешанные посевы. Нередко, особенно на искусственных сенокосах и пастбищах, проводятся посевы сложных травосмесей из 4...6 и больше компонентов. Все подобные смешанные посевы культурных растений и посадки леса представляют собой растительные сообщества, но только искусственно созданные человеком. Естественно, что в задачу геоботаники вошло изучение и культурной растительности, и улучшенной человеком естественной

Раздел V. ЭЛЕМЕНТЫ БОТАНИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

При наличии чрезвычайного разнообразия растительного мира существуют и разнообразные методы изучения растений.

Можно изучать растительный мир с точки зрения ботаника-флориста, т. е. исследовать разнообразие видов растений, производить инвентаризацию, учет отдельных видов на той или иной территории и в конечном итоге составить перечень видов, родов или семейств растений, другими словами, описать флору страны или области, что делают ботаники-систематики (флористы).

Но можно изучать не отдельные виды растений, слагающих растительный мир, а исследовать естественные растительные группировки, которые формируются в различных районах под влиянием окружающих условий среды.

Ботаническая география и представляет собой тот раздел общей ботаники, который занимается изучением растительного покрова земного шара и установлением тех закономерностей, которым подчинено распространение типов растительности и растительных сообществ по отдельным географическим зонам. Ботаническая география иначе называется фитогеографией.

Ботаническая география связана со всеми разделами ботаники: морфологией, систематикой, экологией, геоботаникой, историей развития растительности и др. Изучение состава растительного покрова различных районов земной поверхности возможно только при условии использования всего комплекса ботанических дисциплин. Невозможно заниматься исследованиями состава растительного покрова без знания характеристики отдельных видов растений, среды и без учета истории развития растительного мира.

Глава XII. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАСТЕНИЙ

Распределение видов растений по земному шару

Растительность земного шара чрезвычайно разнообразна, в состав ее входит огромное количество растительных сообществ, которые представлены различными семействами и видами как высших,

так и низших растений. На Земле в настоящее время произрастает около 500 тыс. видов растений, а если учесть, что в каждый вид входит большое количество различных внутривидовых форм, трудно себе представить все разнообразие растительного мира.

Количество видов семенных растений в различных регионах земного шара

Бразилия	40000 видов	Филиппины	10000 видов
Африка	40000 »	Япония	2927 »
Индия	21000 »	Норвегия	1335 »
		Дания	1307 »
Северная Америка	17520 »	Британские острова	1297 »
Австралия	12049 »	Финляндия	1140 »
Юг Африки	12000 »	Гренландия	390 »
		Шпицберген	137 »

В Советском Союзе произрастает около 20 тыс. видов растений.

Все огромное разнообразие видов растений произрастает в различных районах земного шара не в одинаковом количестве. Наибольшее разнообразие видов, а следовательно, и растительных сообществ встречается в тропических районах.

Наибольшее количество видов растений произрастает в Африке и Бразилии (40000), т. е. в тропической зоне, меньшее в северных районах, на о-вах Гренландия, Шпицберген, где обитает всего 390...137 видов, а на некоторых островах Арктики — всего 30...40 видов.

Факторы, способствующие распространению растений

Распространение видов растений в отдельных частях планеты обусловливается многими факторами, из которых наиболее важными являются: исторические, климатические, почвенные, рельеф, роль человека и др.

Растительность отдельных частей земного шара также неоднородна, и ее разнообразие обусловливается теми же факторами, которые влияют и на распространение отдельных видов.

Из всех условий, влияющих на развитие и распространение видов и формирование отдельных флор на земном шаре, наибольшее влияние оказали исторические факторы. Земля имеет чрезвычайно солидный возраст, исчисляемый в 5...6 млрд. лет. За такой длительный период существования Земля неоднократно меняла свой облик, а в связи с этим изменялся и растительный мир.

Существенное влияние на растительный мир Земли оказали ледниковые периоды. Например, история флоры и растительности сибирских гор Алтая и итальянских гор Альп тесно связана с последним ледниковым периодом. Ледник продвигался с севера на юг, покрыл бо́льшую часть Европы, но на юге он не дошел до Альп, а на востоке не перешел Урал. Таким образом, восток Азии и запад Европы были временно им разъединены, горная флора Альп и

Алтая в значительной степени сохранила видовой состав растений, который существовал до ледникового периода. В настоящее время установлено, что примерно $^1/_3$ видового состава флоры Альп и Алтая является сходной и значительно отличается от флоры Европы, которая сформировалась уже после ледникового периода (А. В. Вульф).

Исторические, геологические факторы оказали на флору настолько сильное влияние, что многие признаки и свойства, приобретенные растениями в отдельные эпохи, сохранились до наших дней.

На основании палеоботанических данных установлено, что на территории современных Гренландии, Швеции и Норвегии в далеком прошлом произрастали вечнозеленые растения (пальмы, эвкалипты и др.), остатки которых найдены при добыче каменного угля. Это говорит о том, что климат здесь был близок к климату современной тропической зоны.

Многие растения сильно изменили внешнюю форму, но сохранили свойство вечнозеленых растений; они не сбрасывают листья в течение зимы (брусника, клюква, черника, вереск и др.).

Большое влияние на растительность, особенно в настоящее время, оказывает деятельность человека. Создание искусственных морей, каналов, лесных насаждений, сложнейших промышленных сооружений, осушение болот прямо или косвенно влияет на видовой состав флоры и растительности в том или ином районе планеты.

Глава XIII. АРЕАЛ

Понятие об ареале и его изображение

Одной из основных задач ботанической географии является установление географической области распространения отдельного вида, рода, семейства или растительного сообщества, т. е. установление их ареала. А р е а л о м называется площадь земной поверхности, занятая какой-либо систематической единицей (вид, род, семейство) или растительным сообществом.

Ареал любой систематической единицы связан с историей развития изучаемого растения и историей той земельной площади, на которой оно растет. Каждый вид имеет монотопное происхождение, т. е. каждый вид, как указывал Ч. Дарвин, «появился первоначально только в одной области и потом расселился отсюда так далеко, как ему позволили его средства к распространению и условия прошедшего и настоящего времени». Расселение растений осуществляется в процессе их размножения, которое чрезвычайно разнообразно. Как известно, растения размножаются вегетативно или при помощи семян, которые разносятся ветром, птицами, животными и человеком. Обычно растения быстрее распространяются в том направлении,

где они находят более благоприятные условия для своего произрастания.

Для каждого вида ареал — понятие совершенно конкретное, каждому виду свойствен определенный ареал, т. е. определенная территория распространения. Причем одни виды или сообщества растений встречаются на большей, другие — на меньшей территории. Границы ареала обусловливаются различными факторами среды (историческими, климатическими, почвенными и др.). Поэтому в природе наблюдаются определенные закономерности в географическом распространении видов, т. е. им свойственны определенные ареалы.

Изучение ареалов отдельных видов, растительных сообществ и растительности является одной из основных задач ботанической географии.

Ареал вида, рода или семейства обычно очерчивается на картах сплошной линией, которая соединяет крайние точки местонахождения представителей этой систематической единицы. Таким образом, выделяется определенная площадь, на которой произрастает вид, род и т. д.

Можно изображать ареалы точками. В этом случае на карту наносятся отдельными точками все те пункты, где отмечено произрастание определенного вида растений. Иногда ареал изображается на карте сплошной штриховкой.

На площади ареала вид, как правило, встречается не везде в одинаковом количестве. Распространение вида внутри ареала приурочено к определенным экотопам (местообитаниям), т. е. вид внутри ареала может встречаться неравномерно, пятнами, прерывисто. Например, какой-либо вид из группы известколюбов будет расти в пределах своего ареала не повсеместно, а только на определенных почвенных разностях, богатых известью.

Растения, имеющие широкое распространение на всех континентах земного шара, называются космополитами (рогоз, клевер луговой и др.). Наоборот, эндемичные растения, т. е. растения, свойственные только определенным небольшим географическим областям, имеют очень ограниченный, узкий ареал. К эндемам относятся такие растения, как секвойя, которая встречается только в Северной Америке; эвкалипты, произрастающие в диком состоянии только в Австралии; тау-сагыз, известный на небольшой горной территории Каратау; женьшень — растение, встречающееся только на Дальнем Востоке. В Грузии растет сосна элдарская, ее ареал — всего 50 га.

Эндемичные виды растений распространены по земной поверхности неодинаково. Большое количество эндемов встречается в горных странах и на островах, т. е. в районах, которые по своим экологическим условиям резко отличаются от окружающих зон.

Растительные сообщества также имеют свои ареалы.

Не следует смешивать понятие ареал с понятием местообитание того или иного вида растения. Понятие ареал значительно шире,

в пределах ареала вид и даже растительные сообщества могут встречаться не повсеместно, а на определенных, свойственных им местообитаниях.

Типы ареалов и их формирование

Разнообразие ареалов объединяется обычно в 2 группы: сплошные и разорванные.

Сплошные ареалы занимают непрерывную территорию; разорванные же имеют территорию, разделенную на 2 или несколько частей. Расстояние между этими частями бывает настолько велико, что естественное расселение растений в настоящее время между ними невозможно. Разрыв ареала обусловливается либо морями и океанами, либо мощными горными массивами.

Форма (конфигурация) и величина ареалов различных видов очень разнообразны. Иногда они имеют форму узких и длинных полос, их называют ленточными ареалами. Такие ареалы свойственны растениям, местообитание которых приурочено к берегам рек.

Формирование ареалов отдельных видов обусловливается 2 основными факторами: способностью растений к расселению по территории и наличием условий для произрастания данного вида. Растения обладают различными приспособлениями (шипы, волоски, летучки и пр.), которые способствуют расселению растений. С помощью ветра, воды, животных, птиц, человека плоды и семена разносятся часто на очень большие расстояния, прорастают, укореняются, и, таким образом, ареал растений увеличивается, расширяется. Многие растения имеют корневища, укореняющиеся побеги, при помощи которых и размножаются.

Распространению многих растений способствует также их высокая семенная продуктивность. Некоторые растения образуют колоссальное количество семян (костер ржаной образует на 1 растении 1500 семян, куколь обыкновенный — 2500, пастушья сумка — 75000, дескурайния — 750000 и т. д.).

Растения мигрируют в течение многих тысячелетий и постепенно занимают огромные территории. Так формируется ареал отдельных видов растений.

Ареал не остается постоянным, площадь и границы его могут изменяться; при благоприятном сочетании условий среды он расширяется и, наоборот, при неблагоприятных условиях сокращается, а иногда растения и совсем вымирают.

Большое влияние на расширение или сокращение ареала отдельных видов растений оказывает человек, который при введении различных мероприятий (полив, мелиоративные работы, сооружение искусственных водохранилищ и т. д.) создает благоприятные условия для роста одних растений и неблагоприятные для других. В результате этого ареал одних растений увеличивается, а других уменьшается.

Под влиянием человека ареалы многих растений изменяются в настоящее время очень быстро. Например, из Америки в Европу при помощи человека занесено свыше 50 видов дикорастущих и сорных растений, а из Европы в Америку — свыше 180 видов.

Глава XIV. ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ СОВЕТСКОГО СОЮЗА

Флора

Огромная территория Советского Союза характеризуется чрезвычайно разнообразными естественноисторическими условиями. Разнообразие климата, почвы, рельефа и других факторов среды оказывает соответствующее влияние на видовой состав растительности, который не является однородным по всему Советскому Союзу, а резко изменяется в различных районах в зависимости от условий среды. Как уже указывалось, совокупность всех видов растений, произрастающих на какой-либо территории, называется флорой.

Ботанический состав (флора) изучен довольно полно. Описание флоры Советского Союза приведено в 30 томах коллективного труда ботаников СССР, который называется «Флора СССР». В этом уникальном труде приведено описание 18000 видов высших растений, произрастающих в СССР. Виды объединены в 1676 родов и 160 семейств. За время выхода в свет этого труда описано еще много видов, не вошедших в указанное количество. В настоящее время можно считать, что на территории Советского Союза произрастает высших, сосудистых растений около 20000 видов.

Кроме «Флоры СССР», в Советском Союзе опубликовано много региональных (районных) флор: «Флора Кавказа», «Флора Крыма», «Флора Грузии», «Флора Московской области» и др.

Наибольшее разнообразие видов в СССР сосредоточено в горных районах Кавказа и Средней Азии (по 6000 видов), а наименьшее на Крайнем Севере, где условия для произрастания растений крайне неблагоприятны, на полуострове Таймыр растет всего 31 вид.

Количество видов растений, обитающих в различных регионах Советского Союза

Кавказ	6000	Пустыни Средней Азии	600
Нагорная Средняя Азия	6000	Хибины	200
Крым	2000	Новая Земля	200
Ленинградская область	1185	Диксон	104
Урал	1184	Вайгач	186
Камчатка	828	Земля Франца-Иосифа	40
Сахалин	797	Таймыр	31

Различное географическое распространение по территории Советского Союза имеют не только отдельные виды растений, но и целые семейства. В отдельных районах СССР господствуют не одни и те же семейства. Так, например, на Кавказе доминирующим семейством

являются сложноцветные. Это семейство здесь представлено наибольшим разнообразием видов (около 800). В арктической же области доминирующим семейством являются осоковые, тогда как сложноцветные представлены незначительным количеством видов. На Кавказе, кроме семейства сложноцветные, большое разнообразие видов из семейств зонтичные, лилейные и др., которых на Крайнем Севере очень немного. Другие семейства, такие как злаки, крестоцветные, занимают существенное место в травостое как на Кавказе, так и в северных областях.

Порядок семейств, расположенных по степени уменьшения в них числа видов

Кавказ	Арктическая область
Сложноцветные	Осоковые
Вобовые	Злаки
Злаки	Крестоцветные
Крестоцветные	Гвоздичные
Зонтичные	Лютиковые
Гвоздичные	Камнеломковые
Лилейные	Вересковые
Розоцветные	Сложноцветные

Из приведенного перечня ясно видно, что в различных географических регионах СССР господствующее положение семейств в зависимости от количества в них видов разное.

Растительность

Растительность Советского Союза, так же как и флора, очень разнообразна. Распределение ее по территории Советского Союза является следствием не только влияния на нее современных климатических и почвенных факторов, но и исторических причин, т. е. прежних климатических и почвенных условий. Велико влияние на растительность и хозяйственной деятельности человека.

Вся земная поверхность подразделяется на отдельные зоны растительности, каждая из которых характеризуется определенными природными условиями, своеобразной флорой и постепенным переходом в другую зону.

На территории Советского Союза, так же как и на всем земном шаре, существует 2 типа зон растительности: широтные (горизонтальные) и высотные (вертикальные).

Широтные зоны растительности. Эти зоны тянутся в виде широких полос с запада на восток, и чередование их особенно хорошо выражено при продвижении с севера на юг.

Возникновение широтных зон растительности на земном шаре обусловлено шарообразной формой Земли и ее вращением вокруг оси. О явлениях зонального распределения растительности было известно давно, но создателем современного учения о географических зонах растительности является русский ученый проф. В. В. Докучаев, который в 1900 г. описал 7 зон растительности с подзонами.

Каждой зоне соответствует не только особая растительность, но и характерные для нее климатические условия, особая почва, особый животный мир и своеобразная история. Комплекс этих условий создает в различных зонах земной поверхности определенные, характерные географические зоны растительности, или географические ландшафты, которые иногда называют природными зонами.

На территории Советского Союза имеется 4 хорошо выраженные широтные растительные зоны: 1) зона тундры; 2) лесная; 3) степная; 4) пустынная. Резких границ между этими зонами нет. Каждая зона переходит в последующую постепенно. Поэтому, помимо указанных основных растительных зон, имеются переходные зоны — подзоны: лесотундра, которая расположена между тундрой и лесной зоной; лесостепь, которая проходит между лесной и степной зонами; полупустыня, которая расположена между степной и пустынной зонами.

Зона тундры. Эта зона занимает огромную территорию Крайнего Севера. К ней относится довольно широкая полоса материковой части СССР, примыкающей к Ледовитому океану, и все острова этого океана — Новая Земля, Земля Франца-Иосифа и др. Отличается своеобразием природных условий. Для нее характерны суровая продолжительная зима, короткое прохладное лето с длинным полярным днем, отсутствие лесов и преобладание в растительности мхов и лишайников. Древесные растения представлены кустарниками и полукустарниками.

Тундра — это страна холода. Лето здесь короткое (всего 2...3 мес) и холодное. Средняя годовая температура ниже 0° С. В некоторых районах почва за лето успевает оттаять на небольшую глубину (30...50 см), ниже которой отмечается многолетняя мерзлота. Осадков в среднем за год выпадает лишь 200...300 мм. Часто дуют сильные ветры.

По общему рельефу тундра представляет собой безлесную равнину, которая довольно разнообразна в отдельных своих частях. В зависимости от рельефа, характера почвы и растительности тундра делится на торфянистую, каменистую, глинистую, равнинную, гористую и бугристую. Почвы малоплодородны. В южной части тундры вдоль крупных рек имеются большие площади заливных лугов. В связи с суровыми климатическими условиями растительный мир тундры однообразен.

Из жизненных форм семенных растений преобладают здесь травянистые многолетники и полукустарники. Вечнозеленые кустарники часто встречаются в виде приземистых подушек, что способствует лучшей их перезимовке.

Настоящие высокорослые древесные растения отсутствуют. Древесные растения представлены карликовыми формами березы, ивы полярной, можжевельника. Многие кустарники и кустарнички являются зимнезелеными — стланниковый кедр, рододендрон (роза альпийская), багульник, брусника, толокнянка и др. Большинство

этих кустарничков и кустарников растет на тундровых болотах, имеет кожистые, толстые, мелкие листья.

Однолетние растения в тундре не растут или встречаются очень редко, так как они не успевают образовать семена. Травянистые растения в более южной части тундры низкорослые, и многие из них имеют крупные, яркоокрашенные цветки (незабудка, синяк, мытник, купальница и др.).

В обычных лесах средней полосы Советского Союза мхи и лишайники образуют наземный покров под пологом деревьев, где они находятся в явной зависимости от древесных растений. В тундре же наблюдается противоположное явление. Здесь мхи и лишайники, наоборот, обычно служат некоторой защитой семенным растениям от неблагоприятных погодных условий, так как нередко у кустарников корневища, корни, стебли с почками возобновления скрыты в массе мохового и лишайникового покрова.

Недостаток тепла, высокая влажность воздуха, короткий вегетационный период, низкая температура почвы, которая за короткое лето не успевает достаточно прогреться, — весь этот комплекс неблагоприятных климатических условий не способствует произрастанию в тундре большого разнообразия видов растений.

В различных районах тундры произрастает всего 30...450 видов. Из травянистых растений обитают купальница, маки, лютики, мытники и др. Но основной фон растительности в тундре составляют лишайники и мхи. Из лишайников чаще всего встречается «олений мох», ягель, охотно поедаемый оленями. Лишайник «олений мох» в условиях тундры составляет основу кормовой базы оленей.

Благодаря суровым условиям тундры растения ее отличаются, как уже указывалось, низкорослостью и ничтожным накоплением органической массы за лето. Полярные ивы, можжевельник и другие растения дают в среднем прирост в 1...5 см в год. Большинство растений тундры отличается высокой холодостойкостью. Корневая система у них развита слабо, она формируется главным образом в верхних слоях почвы, которые лучше прогреваются летом.

По характеру растительности выделяется несколько типов тундры: кустарниковая, мохово-лишайниковая, лесотундра и др.

На юге зона тундры переходит в подзону лесотундры, которая представляет собой переходную подзону между тундрой и лесной зоной. Здесь лето более продолжительное, поэтому и растительность богаче, появляются отдельные участки леса. Для лесотундры характерно наличие кустарников, редколесья и болот. Редколесья приурочены к долинам рек, древесные виды растений здесь часто сильно угнетены.

Лесная зона. Эта зона по занимаемой ею площади самая большая в СССР. Она расположена широкой полосой по всей европейской и азиатской территории СССР, от западных границ до берегов Тихого океана. На огромном протяжении лесной зоны с севера на юг и с запада на восток наблюдается большое разнообразие

в природных условиях, которые в значительной степени обусловливают и разнообразие растительности.

Лесной зоне свойствен умеренно холодный климат с суровыми многоснежными зимами. Осадков выпадает 450...700 мм в год. Лето сравнительно теплое. Во многих районах лесной зоны Сибири отмечается наличие многолетней мерзлоты. Преобладающие почвы дерново-подзолистые, серые лесные и болотные. В южных районах зоны почвы иногда засолены. Рельеф разнообразный.

Само название зоны указывает на то, что в ней широко представлена древесная растительность. Для зоны характерно наличие хвойных и лиственных (с опадающими на зиму листьями) лесов, значительное развитие многолетней травянистой растительности, большое количество сфагновых болот. Из древесных хвойных растений здесь растут ель, сосна, лиственница, пихта сибирская, кедровая сосна, или сибирский кедр; из лиственных — дуб, липа, осина, ясень, вяз, граб, береза и др.

Большие пространства заняты лугами и болотами. Луг представляет собой сложный биогеоценоз, покрытый травянистой мезофильной растительностью, произрастающей в условиях среднего увлажнения. Поэтому эту зону часто называют лесолуговой.

Луга здесь довольно разнообразны, они широко используются как сенокосы и пастбища. Многие из них сосредоточены вдоль рек — заливные, или пойменные, луга, которые представлены чаще хорошими в кормовом отношении травами, главным образом многолетними злаками и бобовыми. Эти луга являются здесь основной кормовой базой для животноводства.

Большое количество осадков и сравнительно благоприятные температурные условия летом обеспечивают хороший рост трав и высокий урожай сена на сенокосах и в лиственных лесах. Но качество сена лесных сенокосов не очень высоко, так как на лесных лугах обычно преобладают малоценные в кормовом отношении травы — щучка, душистый колосок, белоус, васильки и др. Бобовые травы (клевера, вики, чины и др.) встречаются редко и в небольшом количестве. Часто на этих лугах встречаются ядовитые растения. На возвышенных местах сосредоточены суходольные луга.

На болотах растут такие малоценные кормовые травы, как многие виды осок, пушица, белокрыльник и др. Часто болота зарастают сфагновым мхом и мхом кукушкин лен. По территории лесной зоны протекают крупные реки и имеется большое количество озер. Все это создает благоприятные условия для произрастания разнообразной травянистой растительности.

Древесная растительность в лесной зоне также отличается большим разнообразием. По характеру древесной растительности зону можно разделить на 4 подзоны: подзону хвойных лесов, или тайгу; подзону смешанных лесов, где хвойные леса чередуются с лиственными; подзону широколиственных лесов, в которой доминируют лиственные древесные растения; подзону лесостепей.

Подзона хвойных лесов, или тайга, тянется сплошной полосой по всей Европе и Азии, от Атлантического до Тихого океана. Само название подзоны показывает, что для тайги характерно наличие огромных площадей, занятых хвойными лесами. Здесь различают леса еловые, сосновые, кедровые, лиственные и др.

Господствующими растениями в хвойных лесах являются ель, пихта, кедровая сосна, лиственница. В северной части тайги на границе с лесотундрой хвойные леса сильно изрежены, здесь наблюдается примесь мелколиственных древесных (береза) и кустарничковых растений (голубика, багульник), а также лишайников. В этой подзоне наряду с лесными массивами большие площади занимают болота и луга.

Подзона смешанных лесов не образует сплошной полосы, подобно тайге, а занимает отдельные районы; в Сибири подзона смешанных лесов отсутствует, но в европейской части лесной зоны выражена ясно. В состав смешанных лесов входят хвойные, а иногда и в большом количестве широколиственные деревья — дуб, клен, липа, а на западе — ясень, граб. В качестве подлеска в подзоне смешанных лесов растут лещина, бересклет, жимолость и др. На востоке подзоны встречаются большие заросли дубовых и кедрово-широколиственных лесов.

Подзона широколиственных лесов известна только в западной части зоны, она занимает западную территорию СССР и всю Среднюю Европу. Широколиственные леса представлены преимущественно дубом, буком, ясенем, грабом, липой, реже встречается сосна, а в горах — ель и пихта. Дубовые леса известны под названием д у б р а в. В этой подзоне много болот и лугов. По своим природным условиям подзоны смешанных и широколиственных лесов благоприятны для ведения сельского хозяйства, поэтому в этих подзонах древесная растительность в значительной степени изрежена, так как леса уничтожены и на их месте созданы полевые угодья.

По мере продвижения к югу среди лесных массивов все чаще начинают встречаться площади, лишенные деревьев и занятые многолетней травянистой растительностью. Одновременно наблюдается изменение климата и почвы. Лесная зона сменяется здесь лесостепной подзоной, а затем степной зоной.

С т е п н а я з о н а. Эта зона в своих границах совпадает с зоной черноземных и каштановых почв, в образовании которых принимала участие в прошлом степная травянистая растительность. В европейской части Советского Союза граница этой зоны проходит на севере через Курскую, Тульскую, Тамбовскую области, захватывает Среднее и Нижнее Поволжье (Куйбышевскую, Саратовскую, Волгоградскую области,) а на юге доходит до берегов Черного и Азовского морей. Степная зона охватывает бóльшую часть территории Украины, продолжается в Средней Азии, занимает бóльшую территорию в Казахстане. Большие площади заняты степями в горах Тянь-Шаня.

Климат степной зоны резко континентальный, засушливый, с жарким летом (средняя температура июля 21...23° С) и суровой, холодной, местами малоснежной зимой с сильными ветрами, переходящими часто в бураны. Осадки выпадают в недостаточном количестве (в среднем за год 250...470 мм) и очень неравномерно, бóльшее количество их в этой зоне выпадает зимой. Весной обычно снег быстро тает, и бóльшая часть воды уносится в реки. Длительное отсутствие осадков в летний период времени часто вызывает засуху. Нередки здесь суховеи — теплые, очень сухие ветры, вредно влияющие на растения. Местами (в северо-западной части) сильные ветры выдувают массу мелкозема, создают степные черные (пыльные) бури, которые приносят огромный вред посевам.

Рельеф степей выровненный, здесь не встречаются высокие возвышенности, но в связи с бурным таянием снега весной и безлесьем в степях образуются мощные овраги и балки. В низменностях часто встречаются степные западины — блюдца.

Почвенный покров представлен обычно высокоплодородными черноземами и каштановыми почвами с высоким содержанием гумуса. При близком залегании грунтовых вод часто наблюдается засоление почв.

Для степной зоны характерно безлесье. Леса в степной зоне занимают ничтожную площадь, чаще всего они встречаются в понижениях: в долинах и поймах рек, по склонам балок и западин. Основной причиной безлесья степей является сухой климат — недостаток осадков, высокая температура и интенсивное испарение.

Господствующий тип растительности — многолетние травянистые злаки и разнотравье, которые представлены главным образом ксерофитами, обладающими различными приспособлениями, позволяющими им хорошо переносить недостаток влаги. Частые засухи в степи лишают растительность возможности хорошо сохраняться до конца лета. Обычно к концу лета степи представляют массивы с выгоревшей травянистой растительностью. Осенью по степи переносятся в большом количестве сухие растения в виде шаров, известные под названием «перекати-поле». К таким растениям относятся представители различных семейств: серпуха, катран, солянки, кермек и др.

Весной, когда в почве имеется еще достаточное количество влаги, в степи появляются ранние весенние растения — эфемеры и эфемероиды с яркоокрашенными цветками — тюльпаны, различные виды лука, горицвет и др. Многие весенние травянистые степные растения имеют луковицы или корневища, которые позволяют им начинать рано вегетировать и быстро образовывать цветки, плоды и семена.

Распространены многолетние засухоустойчивые злаковые травы, способные образовывать дерновины: ковыль, типчак, тонконог, мятлик и др.

В некоторых районах степей встречаются густые заросли кустарников: вишня степная, терн, спирея, бобовник и др.

В настоящее время степи в значительной степени перепаханы и используются как пахотные угодья. На территории степной зоны возделываются лучшие сорта пшеницы, подсолнечника, свеклы, проса, кукурузы и другие ценные сельскохозяйственные культуры. Это зона развитого животноводства.

Степную зону обычно делят на 3 большие подзоны: подзону северных, луговых, степей, или лесостепь; подзону ковыльных, или сухих, степей; подзону пустынных степей, или полупустынь.

Подзона луговых степей, или лесостепь, расположена на севере степной зоны и граничит с лесной зоной. В этой подзоне часто на возвышенных водоразделах встречаются массивы лесов и степных кустарников. На выщелоченных черноземах преобладают луга, на которых растут мезофильные злаки и разнотравье: мятлик, вейники, полевицы, лютики, таволга и др.

Подзона ковыльных степей расположена в основном на тучных черноземах. Для ковыльных степей характерно преобладание ксерофильных степных злаков — ковылей, типчака, тонконога, овсеца пустынного и др. Ковыльные степи в СССР сохранились в настоящее время только в некоторых заповедниках.

Подзона полупустынь характеризуется континентальным климатом, высокой температурой летом, малым количеством осадков, резким преобладанием испарения над поступлением воды, широким распространением засоленных почв. Растительный покров очень разрежен, преобладают травянистые ксерофиты: полынь, ковыль, типчак и др.

В Советском Союзе подзона полупустынь расположена в северной части Прикаспийской низменности, в приаральских Каракумах, в районе Прибалхашья и др. На юге полупустыни переходят в зону пустынь.

Зона пустынь. Пустыни — это крайне засушливые области земного шара. Особенно большие площади пустыни занимают в Африке и Азии. В СССР пустыни расположены южнее полупустынь в Средней Азии — в районах Аральского моря, озера Балхаш, в предгорьях Памира, Копетдага.

Для всех пустынь характерно чрезвычайно малое количество осадков — 100...250 мм в год, а местами 60...80 мм и очень высокие летние температуры, в среднем 27...32° С, которые сохраняются в течение длительного отрезка времени (4...6 мес). Основными естественными водными ресурсами в пустынях являются грунтовые воды, которые залегают на большой глубине. За последние годы в СССР в зоне пустынь проведены большие работы по созданию искусственных каналов и водоемов для организации поливов ценных сельскохозяйственных культур.

Для рельефа пустынь характерно наличие впадин, не имеющих стока, сухих русел, обнаженных склонов, на которые сильное влияние оказывает выветривание.

Малое количество органической массы и отсутствие достаточного количества воды обусловливают слабое развитие почвообразователь-

ного процесса и малое содержание гумуса в почве. Почвы, преобладающие в северных районах пустынь Советского Союза, относятся к светло-бурым сероземам. В южных районах имеются разновидности сероземов, богатых карбонатами. В пустынях широко распространены такыры — плоские глинистые равнины среди песков. Обычно такыры лишены растительности, часто они сильно засолены.

Растения пустынь приспособились к поглощению воды из глубоких слоев почвы и меньшему ее испарению. Многие растения этой зоны имеют длинные корни, у верблюжьей колючки они достигают 6...15 м и больше. У большинства растений листья превратились в колючки, или они очень мелкие. Эти растения имеют ряд особенностей и в анатомическом строении. Деревья здесь почти отсутствуют, редко встречается саксаул. В большом количестве растут эфемеры и эфемероиды, которые развиваются быстро весной. В период короткого весеннего сезона (в течение нескольких недель), когда в почве имеется запас воды, они заканчивают свое развитие, образуют семена а к наступлению засухи выгорают. К эфемерам относятся мятлик живородящий, бурачок, клоповник, крупка, вайда, осока пустынная и др.; в основном это маленькие, слабооблиственные травянистые растения. Вообще в пустынях преобладают однолетние травы и полукустарники. Из полукустарников распространены полыни, солянки, биюргун, сарсазан и др. Все эти растения растут обычно одиночно и не образуют сплошных, густых травостоев.

Пустыни бывают песчаные, каменистые, щебневатые, глинистые, солончаковые. Все они характеризуются бедностью растительного покрова. При искусственном орошении растительность пустынь неузнаваемо изменяется. В оазисах и долинах рек здесь возделывают высокоценные сельскохозяйственные растения — хлопчатник, рис, сою, пшеницу, люцерну, виноград и др., площади которых в связи с созданием искусственных каналов и водоемов ежегодно значительно возрастают.

Характерным примером положительного воздействия человека на «бросовые» земли может служить Голодная степь. Голодная степь представляет собой огромную территорию (свыше 10 тыс. км^2), расположенную в Казахстане и Узбекистане. В недалеком прошлом Голодная степь представляла собой пустынную равнину с минимальным количеством осадков, высокой температурой и большими площадями засоленных не пригодных для сельского хозяйства почв. В настоящее время большие пространства Голодной степи искусственно орошены, здесь созданы совхозы и колхозы, которые выращивают ценные южные культуры — хлопок, виноград и др. Голодная степь превращена в цветущий край.

Вертикальные зоны растительности. В горных районах рельеф, климат, почвы изменяются в зависимости от высоты положения над уровнем моря. Известно, что при поднятии в горы температура снижается в среднем на 0,6...0,7° С на каждые 100 м, при продвижении же от экватора на север почти такое же падение температуры (на 0,5...0,6° С) наблюдается только через каждые 111 км. Следо-

вательно, в горах падение температуры происходит в 1000 раз быстрее, чем при широтной зональности. С изменением температуры, влажности почвы изменяется в горах и растительность.

В горных районах наблюдается почти такая же смена зон растительности по вертикали от подножия гор к вершинам, какая наблюдается при смене зон растительности по мере продвижения с юга на север, т. е. при широтной зональности. Однако между широтной и вертикальной зональной растительностью нет полного тождества, а наблюдается только общее сходство. В отличие от широтных зон растительности, которые занимают огромные пространства (расположены широкими полосами), высотные зоны представлены обычно узкими поясами на склонах гор. Причем высота расположения отдельных вертикальных поясов на различных горах неодинакова. Положения и размеры отдельных поясов горной растительности зависят от многих местных естественных условий, в первую очередь климатических условий.

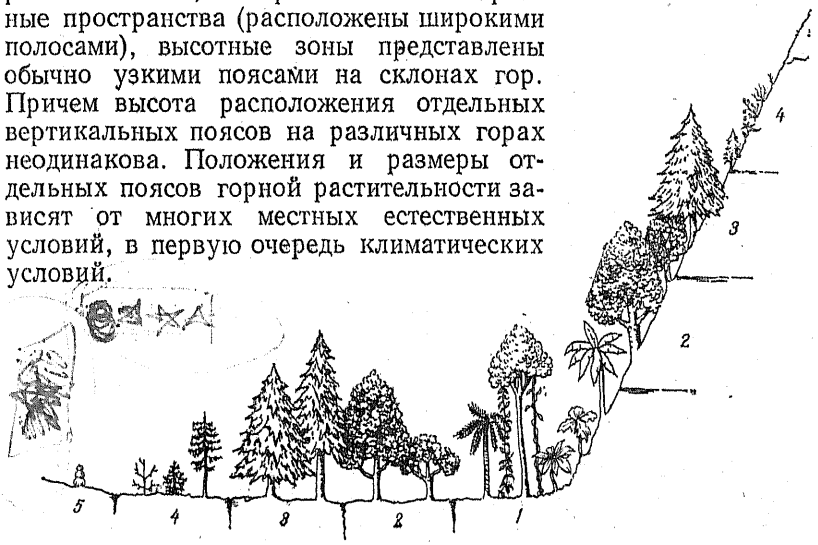


Рис. 302. Схема широтных и вертикальных зон растительности (по К. Вилли): *1* — тропическая; *2* — лиственных лесов; *3* — хвойных лесов; *4* — альпийских лугов, мхов и лишайников; *5* — полярная (зона снегов)

У подножия гор расположены обычно (например, на Кавказе) степи с их характерной растительностью. По мере продвижения в горы, т. е. выше по вертикали, степная растительность постепенно начинает сменяться древесной (рис. 302). Степи сменяются лесостепью, а затем поясом леса. Сначала идут лиственные леса, выше которых на высоте 1200...2000 м над уровнем моря растут хвойные леса, за поясом лесов следует полоса субальпийских и альпийских лугов, за ними расположены вечные снега, которые соответствуют тундре.

По ботаническому составу леса горных районов далеко неодинаковы. Хвойные леса представлены чаще елью, пихтой, сосной. Особенно разнообразны по ботаническому составу лиственные леса, которые образуют различные ассоциации. В различных районах Кавказа, например, встречаются лесные массивы с преобладанием дуба, граба, бука, каштана. Часто в лесах в большом количестве

произрастает подлесок в виде вечнозеленых кустарников — рододендрона, лавровишни. В более низких зонах широко распространены терн, лох, облепиха. В горных лесах Кавказа в большом количестве растут лианы: ломоносы, плющ и др.

В лесах Кавказа часто встречаются в виде зарослей и дикорастущие плодовые — яблоня кавказская, алыча, кизил, мушмула. Лиственные леса горных районов Средней Азии бывают часто представлены большими массивами грецкого ореха, яблони, фисташки. Из хвойных деревьев здесь широко распространена мощная тяньшаньская ель.

Лесная горная зона часто сменяется кустарниками, за которыми следует травянистая растительность, — зона высокогорных, или альпийских, лугов. Эти луга поднимаются до зоны вечных снегов. Такие горные луга встречаются в горных областях Кавказа, Крыма, Алтая, Тянь-Шаня, Памира, Урала, Карпат и др.

Высокогорные луга различных горных массивов расположены не на одинаковой высоте. Это объясняется многими причинами: направлением склона, климатическими условиями, географическим положением гор и пр. Так, например, на Кавказе горные луга расположены на высоте 2300...2600 м над уровнем моря, на Алтае они начинаются с высоты 2600 м и выше. Наиболее высоко альпийские луга у нас залегают на Восточном Памире, где большие равнины лежат на высоте 3500...4200 м. В то же время в горах Прибалхашья альпийская растительность начинается уже на высоте 1100...1200 м, а в горах Восточной Сибири — еще ниже.

Высокогорные луга обычно делят на субальпийские и альпийские. Субальпийские луга занимают нижнюю зону высокогорных лугов и примыкают к лесной зоне, тогда как альпийские луга располагаются выше и примыкают к снежному поясу. Горная луговая растительность развивается под влиянием комплекса своеобразных экологических условий. По мере продвижения вверх в горах уменьшается давление воздуха, но увеличивается солнечная радиация, изменяется качество света за счет увеличения ультрафиолетовых (химически активных) и инфракрасных (тепловых) лучей. Чем выше в горы, тем короче становится лето; в среднем оно продолжается всего 1,5...2 мес. На высоте 2800...3200 м лета, по существу, нет, здесь весенние растения очень быстро сменяются осенними, поздноцветущими. Быстрый рост и развитие — характерные признаки травянистой растительности гор. В зоне альпийских лугов наблюдается резкая смена температуры днем и ночью. Высокая холодостойкость и зимостойкость растений в данном случае объясняются повышенным содержанием сахаров у высокогорных растений, особенно в их корнях.

Горные луга разнообразны и по видовому составу, причем ботанический состав субальпийских и альпийских лугов значительно отличается. Для субальпийских лугов характерен высокорослый травостой с различным сочетанием злаков и двудольных; некоторые виды имеют высоту 2...2,5 м и мощную корневую систему. Из злаков,

например, в горах Кавказа встречаются в разных ярусах костер пестрый, душистый колосок, ежа сборная, овсяница лесная, вейник, полевица, трясунка, мятлик и др. Из бобовых трав произрастают главным образом клевер горный, клевер луговой, клевер альпийский, клевер седой и др. В большом количестве растут также борщевик, девясил, борец, крестовник, герань, астра, колокольчик, василек, валериана, чемерица, щавель, коровяк и др.

В отличие от субальпийских лугов растительность альпийских лугов низкорослая, часто бывает представлена злако-осоковыми травами. Альпийские луга обычно используются как пастбище. Из осоковых здесь встречается кобрезия, которая иногда создает основу травостоя. Это низкорослые, слабо облиственные растения с многочисленными корнями, образующими сплошную дернину. Часто встречается овсяница овечья, овсяница пестрая, овсяница красная, реже щучка, мятлик, зубровка, тонконог.

Представители двудольных растений разнообразны и обильны. Чаще других растут лютики, ветреницы, примулы, горечавки, астра альпийская, маки, васильки, незабудки, колокольчики, ромашка, куропаточья трава, тмин и др. Из бобовых трав встречаются некоторые виды клевера, люцерна желтая и др.

Высокогорные пастбища имеют огромное значение в разрешении кормовой проблемы. На естественных горных пастбищах ежегодно пасутся десятки тысяч голов овец, коз и крупного рогатого скота.

В горных районах особенно сильное влияние на состав растительности оказывает рельеф, в том числе положение склонов. Южные склоны освещаются более длительно и имеют более высокую температуру, в связи с чем весной часто южные склоны уже зеленеют, а северные находятся еще под снегом. Степная и лесная растительность на южных склонах поднимается в горы выше, чем на северных. Ботанический состав растений разных склонов также различен.

Субтропическая растительность. Субтропиками называются те области суши, которые примыкают к зоне тропиков. В субтропиках мягкие, теплые зимы, поэтому растения здесь могут вегетировать круглый год. Советские субтропики расположены на крайней северной границе зоны субтропиков. К ним относятся западное Закавказье, часть Восточного Закавказья, Черноморское побережье Кавказа, Южный берег Крыма и др.

Различают влажные и сухие субтропики. В л а ж н ы е субтропики в СССР занимают узкую прибрежную полосу Черноморского побережья Кавказа — от Туапсе до Батуми. Для районов влажных субтропиков характерно наличие высокой температуры и большого количества осадков. Средняя температура января здесь колеблется от 4 до 7° С, июля — от 22 до 24° С, годовое количество осадков в Батуми равняется в среднем 2500 мм, в Сочи — 1400 мм. Здесь длинные лето и вегетационный период (240...245 дней).

Растительность представлена большим разнообразием вечнозеленых кустарников — лавровишни, рододендрона, падуба, про-

израстает самшит. Из древесных растений достигают мощного развития бук, граб, дуб. Характерно наличие большого количества лиан (плющ, ломонос и др.), которые обвивают деревья.

Во влажных субтропиках растут некоторые теплолюбивые южные культуры — мандарины, лимоны, кизил, магнолия, рододендроны, лавр, пальмы, туя, тис, эвкалипты, маслины, бананы (рис. 303), кипарисы, чайный куст и многие декоративные растения.

Участки субтропиков, лежащие внутри материков, вдали от морей, с незначительным количеством осадков, называются с у х и м и субтропиками. В сухих субтропиках температура высокая, но осадков выпадает немного (200...500 мм в год).

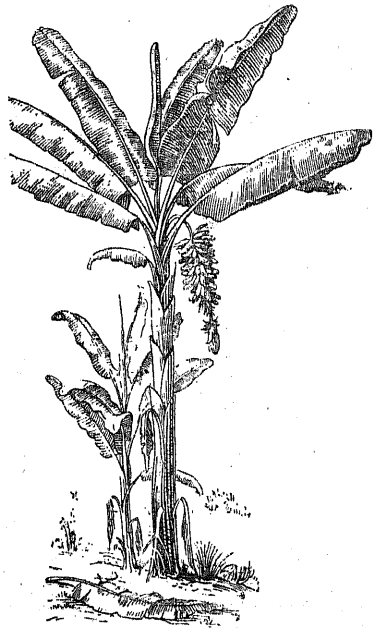


Рис. 303. Банан фруктовый

В СССР к сухим субтропикам относятся некоторые районы в Азербайджане, Грузии, Туркмении, Таджикистане и Дагестане. Из субтропических культур здесь растут инжир, гранат, маслина, в некоторых районах Грузии — чайный куст и мандарины.

По направлению к югу, за зоной субтропиков, расположена зона т р о п и к о в, для которой характерны очень высокая температура и обычно большое количество осадков, хотя существуют и сухие тропики. Здесь зимы совершенно не бывает. В СССР тропиков нет. В тропиках произрастает тропическая растительность с преобладанием вечнозеленых растений. На территории нашей страны такие тропические растения, как кофе, какао, хинное дерево, гевея, бамбук (рис. 304), кокосовая пальма, хлебное дерево, дерево путешественников, дынное дерево, в природных условиях не произрастают. Даже в самых южных районах СССР им не хватает тепла и влаги. В нашей стране они выращиваются в теплицах. Типичная тропическая растительность сосредоточена в районе тропиков — на юге Индии, на Малайском архипелаге, в Южной Америке, в тропической Африке.

Интразональная растительность. Внутризональная (интразональная) растительность никогда не образует самостоятельных зон; эта растительность встречается внутри различных географических растительных зон. Примером интразональной растительности могут служить растительные ассоциации болот, растительные группировки засоленных почв и др.

Б о л о т о м называется избыточно увлажненный участок земной поверхности. В зависимости от способов образования существует большое разнообразие болот. В Советском Союзе болота находятся внутри почти всех рассмотренных растительных зон — в тундре, лесной, степной, субтропической и других зонах. В зависимости

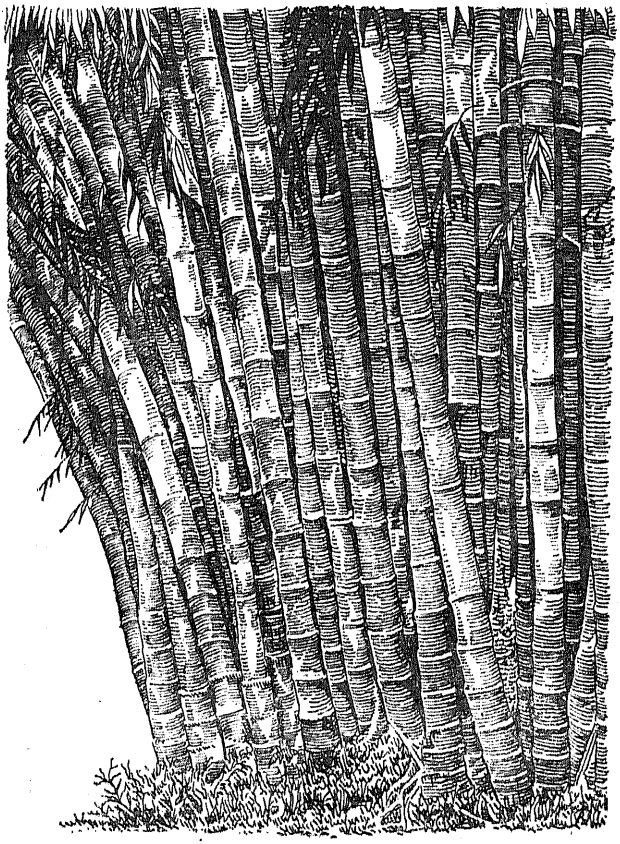


Рис. 304. «Куст» гигантского древовидного бамбука

от происхождения и географического положения болота характеризуются различной флорой и растительностью. На болотах растут различные виды мхов, пушица, осоки, багульник, вереск, клюква, древесные растения — сосна, береза, ива и другие растения, которые обычно находятся здесь в угнетенном состоянии.

Интразональная растительность засоленных почв встречается также в разнообразных географических зонах (Казахстан, Украина, Поволжье, Северный Кавказ, Западная и Восточная Сибирь и др.) и характеризуется различным видовым составом. Обычно на засоленных почвах произрастают различные галофиты, т. е. солеустой-

чивые растения — различные солянки, кермек, тамариксы, солерос, полыни и др.

Иногда интразональная растительность занимает в той или иной зоне очень большие площади; например, в Западной Сибири сфагновые болота, а следовательно, и их растительность занимают площадь большую, чем леса этой зоны.

Зональная смена растительности тесно связана с зональным распределением на земной поверхности климата, почв и животных, которые также имеют определенные широтные (горизонтальные) и высотные (вертикальные) зоны географического расположения.

Географическое расположение растительных, климатических, почвенных и животных зон в значительной степени совпадают, они как бы накладываются друг на друга. Такая закономерность географического расположения упомянутых зон указывает на то, что в природе существует строгая взаимосвязь и взаимозависимость всех факторов природы, обеспечивающих жизнь на Земле.

Флористические области земного шара

Растительность земного шара характеризуется еще бо́льшим разнообразием, чем растительность Советского Союза. Учеными-географами неоднократно делались попытки объединить существующее разнообразие растений мира в крупные таксономические единицы — типы. Таких систем было создано много, но до сих пор нет еще вполне законченной, общепризнанной классификации типов растительности земного шара и их географии.

Наши отечественные ученые (Н. Кузнецов, В. Алехин, А. Ильинский и многие другие) неоднократно предлагали свои системы подразделения территории земного шара на растительные области, зоны.

Акад. А. Л. Тахтаджян подразделяет все разнообразие растительного мира на 6 флористических царств: 1) Голарктическое; 2) Палеотропическое; 3) Неотропическое; 4) Капское; 5) Австралийское; 6) Голантарктическое. Некоторые флористические царства подразделяются из-за их громоздкости на подцарства, которые объединяют более мелкие единицы — флористические области (всего их 34).

Каждое флористическое царство характеризуется определенным географическим положением и наличием свойственных ему естественноисторических условий: климата, почвы, рельефа и других экологических факторов, следовательно, каждое флористическое царство отличается характерной для него флорой, т. е. определенным составом видов, родов и семейств растений, среди которых встречается много эндемов.

1. Голарктическое флористическое царство занимает большую часть северного полушария, от Арктики до субтропиков, т. е. всю Европу, почти всю Азию, Северную Африку, Северную Америку и

Гренландию. Это самое крупное флористическое царство нашей планеты, оно занимает $^1/_2$ территории суши.

Некоторые семейства растений приурочены почти исключительно к этой области: сосновые (Pinaceae), березовые (Betulaceae), кленовые (Aceraceae) и др. Только в некоторых случаях представители этих семейств входят в другие флористические области. Территория Советского Союза целиком находится в пределах голарктической области. Голарктическое флористическое царство делится на 3 подцарства: бореальное (северное), древнесредиземноморское, мандреанское (сонорское).

2. Палеотропическое флористическое царство охватывает тропические страны восточного и западного полушарий: южные оконечности Африки, юго-запад Аравийского полуострова, полуострова Индостан, Индокитай, юг Китая, Филиппины, острова Новая Гвинея, Новая Зеландия.

Исключительно благоприятные природные условия — сочетание большого количества осадков (от 2000 до 14000 мм в год) с постоянно высокой температурой (25...27° С) — способствуют произрастанию в этой области колоссального разнообразия не только видов и родов, но и семейств растений. Для этой области характерно наличие тропической флоры: пальмы (Palmae), ароидные (Araceae), непентовые (Nepenthaceae), пандановые (Pandanaceae), мимозовые (Mimosaideae), аноновые (Anonaceae), стеркулиевые (Sterculiaceae), саговники (Cycadaceae), орхидные (Orchidaceae), миртовые (Myrtaceae) и др.

Палеотропическое флористическое царство является по величине вторым после Голарктического. Это флористическое царство делится на 3 подцарства: индо-африканское, малезийское, новозеландское.

3. Неотропическое флористическое царство занимает тропики Нового Света: Центральную и Южную тропическую Америку, Антильские, Галапагосские острова. Здесь представлено большое разнообразие эндемичных, т. е. встречающихся только в этом флористическом царстве семейств: кактусовые (Cactaceae) — около 1,5 тыс. видов, бромелиевые (Bromeliaceae), канновые (Cannaceae), настурциевые (Tropaeolaceae) и др.

Видовой состав растений здесь очень богат. Флора Бразилии, например, насчитывает 45 тыс. видов, из них около $^1/_4$ — эндемичные для Бразилии.

Неотропическое флористическое царство подразделяется на 3 подцарства: центральноамериканское, тропическое и андийское.

4. Капское флористическое царство занимает очень небольшую территорию — юг Африки — и характеризуется своеобразной так называемой капской флорой. Здесь произрастает около 12 тыс. видов, многие из них являются эндемами (3 тыс. видов). Господствуют травянистые многолетние виды, жестколистные вечнозеленые кустарники. Здесь произрастают древовидные папоротники (Todea barbata).

Южные африканские пустыни препятствуют смешению флоры Капского флористического царства с палеотропической флорой

Африки. Капское флористическое царство бедно пищевыми растениями, но богато декоративной флорой; здесь — родина около 1000 видов садовых и комнатных декоративных растений семейства лилейные (Liliaceae), гераниевые (Geraniaceae), маковые (Papaveraceae) и др.

5. Австралийское флористическое царство охватывает Австралию и Тасманию. Здесь растет свыше 12 тыс. своеобразных видов растений, из которых больше 9 тыс. эндемов. По количеству эндемов это флористическое царство занимает первое место. Такие эндемичные растения, как эвкалипты (Eucalyptus, 600 видов), казуарины (Casuarina), акации (Acacia, свыше 500 видов), так называемые травяные деревья (Xanthorrhoea), цикадовые (Cycadaceae) и др., не встречаются за пределами Австралии.

6. Голантарктическое царство занимает южную оконечность Южной Америки, Огненную Землю, Фолклендские острова, Антарктиду и примыкающие к ней острова. Флора этой области включает 1600 видов, из них 75% эндемичные, например виды древовидных папоротников (Blechnum), трава туссок (Poa flabellata), виды южного бука (Nothofagus) и др. Господствующими семействами являются сложноцветные и злаки.

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

Александров В. Г. Анатомия растений. — 4-е изд. М., 1966.
Атабекова А. И., Устинова Е. И. Цитология растений. — 2-е изд. М., 1971.
Атлас ультраструктуры растительных клеток / Под ред. Г. М. Козубова, М. Ф. Даниловой. Петрозаводск, 1972.
Базилевская Н. А., Белоконь И. П., Щербакова А. А. Краткая история ботаники. М., 1968.
Бактерии и актиномицеты / Под ред. Н. А. Красильникова, А. А. Уранова. М., 1974. (Жизнь растений; т. 1).
Банников А. Г., Рустамов А. К. Охрана природы. М., 1977.
Будыко М. И. Глобальная экология. М., 1977.
Быков Б. А. Геоботаника. Алма-Ата, 1978.
Вакар Б. А. Введение в филогению растительного мира. Минск, 1973.
Вермель Е. М. История учения о клетке. М., 1970.
Водоросли. Лишайники / Под ред. М. М. Голлербаха. М., 1977. (Жизнь растений; т. 3).
Грибы / Под ред. М. В. Горленко. М., 1976. (Жизнь растений; т. 2).
Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. — 2-е изд. Л., 1964.
Жуковский П. М. Ботаника. — 4-е изд. М., 1964.
Забинкова Н. Н., Кирпичников М. Э. Проект стандартизации русских названий семейств сосудистых растений. — Бот. журн., 1976, т. 61, № 10.
Киселева Н. С. Анатомия и морфология растений. — 2-е изд. Минск, 1976.
Красная книга. Дикорастущие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране / Под ред. А. Л. Тахтаджяна. Л., 1975.
Марков М. В. Общая геоботаника. М., 1962.
Международный кодекс ботанической номенклатуры. М., 1959.
Первухина Н. В. Проблемы морфологии и биологии цветка. Л., 1970.
Работнов Т. А. Фитоценология. М., 1978.
Сукачев В. Н. Проблемы фитоценологии. — Избранные тр. Л., 1965, т. 3.
Тахтаджян А. Л. Система и филогения цветковых растений. Л. 1966.
Тахтаджян А. Л. Происхождение и расселение цветковых растений. Л., 1970.
Тахтаджян А. Л. Флористические области земли. Л., 1978.
Толмачев А. И. Введение в географию растений. Л., 1974.
Хржановский В. Г. Курс общей ботаники. Цитология, гистология, органография, размножение. М., 1976.
Хржановский В. Г. Курс общей ботаники. Систематика, экология и география растений. М., 1976.
Часовенная А. А. Основы агрофитоценологии. Л., 1975.
Шенников А. П. Введение в геоботанику. Л., 1964.
Эсау К. Анатомия растений / Под ред. Л. В. Кудряшова. М., 1969.

УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ

А

Автогамия 282
Автоспоры 192
Агрофитоценоз 527
Аденин 31
Алейроновые зерна 43
Алкалоиды 44
Амилосинтеаза 41
Амитоз 60
Амфимиксис 303
Анатомия 10
Анафаза 61
Андроцей 260
Антеридии 157
Антибиотики 48
Антиподы 270
Антохлор 260
Антоциан 50
Апогамия 303
Апомиксис 303
Апоспория 303
Апотеций 210
Аппарат Гольджи 29
Аппрессории 211
Ареал 531
Архегонии 157
Археспорий 262
Аски 209
Аскоспора 209
Аскостромы 214
Ассимиляция 13
Ассоциация 525
Атропин 388
Ауксины 48
Ахроматиновые нити 60
Аэренхима 70

Б

Базидии 214
Базидиоспоры 214
Бактериофаги 180
Бациллы 176
Белки 43
Бентос 186
Бинарная номенклатура 166
Боб 296
Брожение 179

В

Вайя 237
Вакуоля 23
Венчик 259
Ветвление стебля 113
Вибрионы 176
Вид 166
Вирусы 180
Витамины 47
Влагалище 141
Волоски жгучие 72
— железистые 86
Вторичное ядро зародышевого мешка 269
Выводковые почечки 230
Выстилающая ткань 262

Г

Галофиты 489
Гамета 155
Гаметангий 203
Гаметофит 156
Гемицеллюлоза 42
Гетерогамия 155
Гетерофиллия 143
Гибриды 288
Гигрофиты 477
Гидатоды 74
Гидатофиты 477
Гидрофиты 475
Гименциальный слой 215
Гимений 215

Гименофор 215
Гинецей 256
Гинофор 299
Гипантий 329
Гиподерма 150
Гипокотиль 95
Гистология 11
Гифы 201
Глазки 114
Гликоген 42
Гликозиды 45
Глобоид 43
Глюкоза 43
Гниение 179
Годичное кольцо 128
Головка 277
Гонидии 225
Гормогонии 187
Граны 36
Грибница 201
Гуттация 86

Д

Двойное оплодотворение 289
Двусемянка 373
Дезоксирибонуклеиновая кислота 31
Деление клеток 59
Дерматоген 103
Диаграмма цветка 275
Диада 269
Дикарионы 215
Дисахариды 43
Диссимиляция 13
Дихазий 279
Дихогамия 285
Древесина 87
Древесинные волокна 79
Друзы 45
Дубильные вещества 46
Дубящие вещества 46
Дыхание 135

Ж

Жгутики 175
Жилкование 139
Жирные масла 43
Жиры 43

З

Заболонь 129
Завиток 280
Завязь 266
Зародыш 291
Зародышевый мешок 269
Заросток 239
Зерновка 295
Зигогамия 203
Зигота 155
Зона всасывания 103
— роста 103
Зонтик 277
— сложный 279
Зооспора 153
Зооспорангий 153

Извилина 280
Изидии 226
Изогамия 155
Интегументы 267
Интерфаза 60
Интина 264
Интродукция 493
Инулин 42

К

Калиптра 103
Каллеза 84
Каллюс 69
Кальцефилы 489
Камедь 333
Кариокинез 59
Каротин 184
Каротиноиды 37
Карпеллы 265
Катаболиты 44
Каучук 368
Кисть 277
Класс 164
Классификация 312
Клейковина 466
Клейстотеций 210
Клетка (и) 15
— замыкающие 73
— каменистые 80
Клеточный сок 49
Клетчатка 51
Клубеньки 98
Клубень 114
Кодеин 399
Кокки 176
Колеоптиль 455
Колленхима 121
Коллоиды 25
Колос 277
— простой 277
— сложный 279
Колосковые чешуи 453
Колючка 117
Конидиеносец 202
Конидия 210
Конус нарастания 67
Концентрические пучки 88
Конъюгация 195
Кора первичная 104

Корзинка 277
Корка 76
Корневище 116
Корневой чехлик 103
Корневые волоски 103
Корнеплод 94
Коробочка 297
Корпус 118
Космополиты 532
Костянка 297
— сложная 295
Крахмал 40
— ассимиляционный 41
Криптофиты 499
Кристаллы одиночные 45
— щавелевокислого кальция 45
Кристы 28
Крылатка 295
Крылья 339
Ксантофилл 184
Ксеногамия 282
Ксерофиты 478
Ксилема 87
Кустарники 131, 497
Кустарнички 497
Кутикула 55
Кутин 55
Кутинизация 55
Кущение 450

Л

Латекс 368
Лейкопласты 38
Лепестки 259
Лесная зона 537
Лианы 497
Либриформ 79
Лигнин 55
Лимонная кислота 49
Липиды 30
Листовая пластинка 137
Листовка 296
Листовой след 112
Листопад 145
Листорасположение 141
Лист 132
Лодикулы 452
Лодочка 339
Луб 87
Лубяные волокна 79
Луг 538
Луковица 115
Лупулин 429

М

Матрикс 34
Мацерация 52
Мегаспора 247
Мегаспорангий 247
Мегаспорофиллы 265
Междоузлие 111
Межклетник 148
Межклеточное вещество 52
Мезокарпий 294
Мезоплазма 23
Мезофиты 478
Мейоз 62
Мембраны 22
Меристемы 67
— апикальные 67
— боковые 68
— верхушечные 67
— вставочные 68
— вторичные 67
— интеркалярные 68
— первичные 67
Метаморфозы 94
Метафаза 60
Метелка 279
Микориза 97
Микропиле 247
Микроспора 263
Микроспорангий 247
Микроспорогенез 262
Микроспорофиллы 244
Микротрубочки 39
Митоз 60
Митохондрии 27
Мицелий 201
Млечные сосуды 84

Н

Набор хромосом 38
Нектар 271
Нектарники 271
Нуклеиновые кислоты 31
Нуклеоплазма 34
Нуклеотиды 31
Нуцеллус 267

О

Одревеснение 55
Околоплодник 294
Околоцветник 257
Онтогенез растительной клетки 62
Оогамия 155
Опробковение 55
Опыление 282
Органеллы 19
Организмы автотрофные 6
— гетеротрофные 6
Органоиды 19
Органы 89
— аналогичные 151
— вегетативные 89
— гомологичные 151

Орех 295
Орнитофилия 286
Осмос 56
Осмотическое давление 57

П

Парафизы 197
Паренхима ассимиляционная 69
— водоносная 70
— воздухоносная 70
— запасающая 69
— поглощающая 70
Партеногенез 303
Партенокарпия 303
Парус 339
Первичное строение стебля 118
Периблема 103
Перидерма 75
Перикарпий 294
Перисперм 302
Перитеций 210
Перицикл 104
Пестик 265
Пигменты 49
Пикниды 221
Пиреноид 184
Плазмодесмы 25, 52
Плазмодий 200
Плазмалемма 23
Плазмолиз 57
Планктон 186
Пластиды 35
Плацента 267
Плерома 103
Плодовое тело 201
Плод(ы) 293
— ложные 298
Плодолистики 265
Плюска 296
Побег 111
Подвесок 290
Подвид 166
Подсемядольное колено 301
Подчашие 258
Поколение бесполое 56
— половое 156
Покровы 267
Поллинии 442
Полиэмбриония 303
Полукустарники 131, 497
Поры 53
Початок 456
— простой 277
Почка 112
Почкование 154
Прививки 155
Прилистники 141
Пробка 75
Проводящие пучки 87
Прокамбий 122
Протеиды 26
Протерандрия 285
Протерогиния 285
Протонема 227
Протопласт 19
Профаза 60
Пустыни 541
Пыльник 261
Пыльца 264
Пыльцевход 247

Р

Размножение растений 153
— бесполое 153
— вегетативное 153
— половое 155
Разновидность 166
Разнолистность 143
Разностолбчатость 286
Растения анемофильные 283
— длинного дня 486
— индикаторы почвы 488
— короткого дня 485
— светолюбивые 483
— солевыносливые 488
— теневыносливые 483
— энтомофильные 283
Растительность 535
Рафиды 45
Редукционное деление 61
Реликт 251
Рибонуклеиновая кислота 31
Рибосомы 27
Ризоиды 91
Род 164
Рубчик 300
Рыльце 266

С

Самоопыление 282
Связник 261
Семейство 164
Семя 300
Семядоли 301
Семянка 295
Семяножка 267
Семяпочка 267
Сердцевина 90
Сердцевинный луч 128
Сережка 277
Симбиоз 97
Синергиды 270
Системы естественные 163
— искусственные 162
— филогенетические 163
Ситовидные трубки 83
Склереиды 80

Склеренхима 78
Склерофиты 480
Склероции 212
Слоевище 154
Смоляные ходы 151
Соломина 110
Соплодие 299
Соредии 225
Сорт 166
Сортотип 166
Сорусы 238
Соцветие 276
Спермации 200
Спермий 156
Спермогоний 221
Спирохеты 176
Спора 153
Спорангиеносцы 203
Спорангии 203
Спорангиоспоры 203
Спорогоний 229
Спороносный колосок 234
Спорофиллы 234
Спорофит 156
Стаминодии 265
Стела 129
Степная зона 539
Стеригмы 210
Столбик 266
Столон 114
Строма 212
Стручок 297
Стручочек 297
Суккуленты 479
Султан 279
Сумки 209
Сферокристаллы 42
Сферосомы 39

Т

Таллом 171
Тапетум 262
Телейтоспоры 220
Телофаза 61
Теория настоящего цветка 276
— псевдантовая 276
— стробилярная 276
— теломная 276
— эуантовая 276
Терофиты 499
Тиллы 82
Тип растительности 527
Ткани выделительные 85
— механические 77
— образовательные 66
— основные 69
— покровные 71
— проводящие 80
Тонопласт 23
Торус 82
Точка роста 113
Транспирационный коэффициент 136
Транспирация 136
Трансплантация 155
Трахеиды 82
Туника 68
Тургор 57
Тыквина 406
Тычинка 260

У

Углеводы 40
Узел 111
— кущения 450
Уредоспоры 220
Усики 118
Устьице 72
Ушки 143

Ф

Фанерофиты 498
Феллема 75
Феллоген 75
Феллодерма 75
Фенологический спектр 517
Фенофаза 516
Ферменты 47
Фибриллы 51
Фиброзный слой 262
Филлокладии 117
Фитогормоны 48
Фитонциды 48
Фитоценоз 503
Флора 534
Флоэма 87
Форма 166
Формация 526
Формулы цветка 274
Фотопериодизм 485
Фотосинтез 132
Фрагмобазидия 220
Фузариоз 222

Х

Халаза 267
Хамефиты 498
Хламидоспоры 218
Хлоропласты 35
Хлорофилл 35
Хондриосомы 28
Хроматин 32
Хроматофоры 35
Хромопласты 37
Хромосомы 32

Ц

Цветение 280
Цветок 255
Цветоложе 256
Цветоножка 256
Целлюлоза 51
Центральный цилиндр 105
Циаций 367
Цисты 205
Цистолиты 46
Цитокинез 61
Цитоплазма 23

Ч

Чашелистики 257
Чашечка 257
Черешок 141
Чечевички 76

Ш

Шейка 94
Шишка 246

Щ

Щиток 277, 296

Э

Экзина 264
Экзодерма 105
Экзокарпий 294
Экологические факторы 472
Экосистема 505
Экотип 495
Экотоп 505
Элатеры 236
Эмбрион 301
Эндемы 532
Эндодерма 105
Эндокарпий 294
Эндоплазматическая сеть 26
Эндосперм 290
Эпибласт 454
Эпиблема 71
Эпидермис 71
Эпифиты 96
Эрготизм 213
Эфемероиды 481
Эфемеры 481
Эфирные масла 44
Эцидий 221

Я

Яблоко 298
Ягода 297
— ложная 298
Ядерный сок 34
Ядро 30
Ядровая древесина 129
Ядрышко 34
Язычок 448
Яйцевой аппарат 270
Яйцеклетка 270
Ярус 509
Ярусность 509

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Ботаника как наука и ее задачи 3
Возникновение растительного мира и краткая история его развития 4
Единство происхождения растений и животных 5
Краткая история развития ботаники 7
Основные разделы ботаники 10
Ботаника в Советском Союзе 11
Значение растений в природе и жизни человека 13
Роль ботаники в агрономии 14

Раздел I. СТРОЕНИЕ И РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ 15

Глава I. **Растительная клетка (цитология)**. 15

Клеточное строение растений 15
Краткая история изучения клетки 16
Строение клетки 19
Поступление веществ в клетку 56
Образование новых клеток 58
Онтогенез растительной клетки 62
Отличие растительной клетки от животной 64

Глава II. **Ткани растений (гистология)** 64

Определение, происхождение и классификация растительных тканей 64
Образовательные ткани (меристемы) 66
Основные ткани 69
Покровные ткани 71
Механические ткани 77
Проводящие ткани 80
Выделительные ткани (выделительная система). 85
Проводящие пучки 86

Глава III. ***Органы растений, их функции и строение (органография)*** 89

Общие сведения 89
Корень 90
Стебель и побег 109
Лист 132
Органы аналогичные и гомологичные 151

Глава IV. **Размножение растений и чередование поколений** 153

Бесполое размножение 153
Вегетативное размножение 153
Половое размножение 155
Чередование бесполого и полового поколений 156

Раздел II. СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ 160

Глава V. **Введение в систематику** 160

Задачи систематики 160
Эволюция растительного мира 160
Краткая история развития систематики растений 161
Системы растительного мира 162
Таксономические, систематические, единицы 163
Современные методы систематики растений 169

Глава VI. **Классификация растительного мира** 170

Понятие о низших и высших растениях 171
Отдел бактерии 174
Вирусы 180
Водоросли — Algae 183
Общая характеристика 183
Отдел сине-зеленые водоросли 187
Отдел разножгутиковые водоросли 189
Отдел диатомовые водоросли 189
Отдел зеленые водоросли 190
Отдел бурые водоросли 196
Отдел красные водоросли 199
Отдел слизевики 200
Отдел грибы 201
Отдел лишайники 223
Отдел моховидные 227
Отдел псилофитовидные 233
Отдел плауновидные 233
Отдел хвощевидные 235
Отдел папоротниковидные 236
Отдел голосеменные 240
Отдел покрытосеменные, или цветковые 252
Отличительные особенности покрытосеменных 252
Происхождение и географическое распространение 254
Размножение и расселение 255
Филогенетические системы покрытосеменных 308
Классификация 312

Раздел III. ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ 471

Глава VII. **Экологические факторы** 472

Общая характеристика 472
Климатические факторы 474
Почвенные, или эдафические, факторы 487
Факторы рельефа (орографические, или топографические) 490
Биотические факторы 490
Антропогенные факторы 493
Геологические, или исторические, факторы 494
Воздействие совокупности экологических факторов 494

Глава VIII. **Понятие об экотипах и жизненных формах растений** 495

Экотипы 495
Жизненные формы 496

Раздел IV. ГЕОБОТАНИКА, ИЛИ ФИТОЦЕНОЛОГИЯ 500

Глава IX. **Задачи и объект изучения геоботаники** 500

Определение и история геоботаники 500
Понятие о флоре и растительности 503

Глава X. **Строение фитоценозов** 503
Сообщество живых организмов 503
Формирование фитоценоза 505
Признаки фитоценоза 508
Изменения фитоценозов 515
Взаимоотношение фитоценоза и среды 520
Смена фитоценозов 524
Описание фитоценозов 524

Глава XI. **Классификация фитоценозов** 525

Ассоциация 525
Формация 526
Тип растительности 527
Агрофитоценоз 527

Раздел V. ЭЛЕМЕНТЫ БОТАНИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ 529

Глава XII. **Географическое распространение растений** 529

Распределение видов растений по земному шару 529
Факторы, способствующие распространению растений 530

Глава XIII. **Ареал** 531

Понятие об ареале и его изображение 531
Типы ареалов и их формирование 533

Глава XIV. **Флора и растительность Советского Союза** 534

Флора 534
Растительность 535
Флористические области земного шара 548

Указатель литературы 551
Указатель терминов 552

Владимир Васильевич Суворов
Ирина Николаевна Воронова

БОТАНИКА С ОСНОВАМИ ГЕОБОТАНИКИ

Редактор Г. А. Пенькова. Художественный редактор О. П. Андреев. Технические редакторы Р. Н. Егорова и Л. Б. Резникова. Корректор Л. И. Смагина

ИБ № 1226

Сдано в набор 15.05.79. Подписано в печать 18.09.79. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага тип. № 3. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 35. Уч.-изд. л. 39,85. Изд. № 49. Тираж 48 000(25 001—48 000) экз. Заказ № 3445. Цена 1 р. 50 к.

Отделение ордена Трудового Красного Знамени издательства «Колос», 191186, Ленинград, Д-186, Невский пр., 28.

Отпечатано в типографии им. Смирнова Смоленского облуправления издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Смоленск, пр. им. Ю. Гагарина, 2, с матриц ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского производственно-технического объединения «Печатный Двор» имени А. М. Горького «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 191136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр., 15.