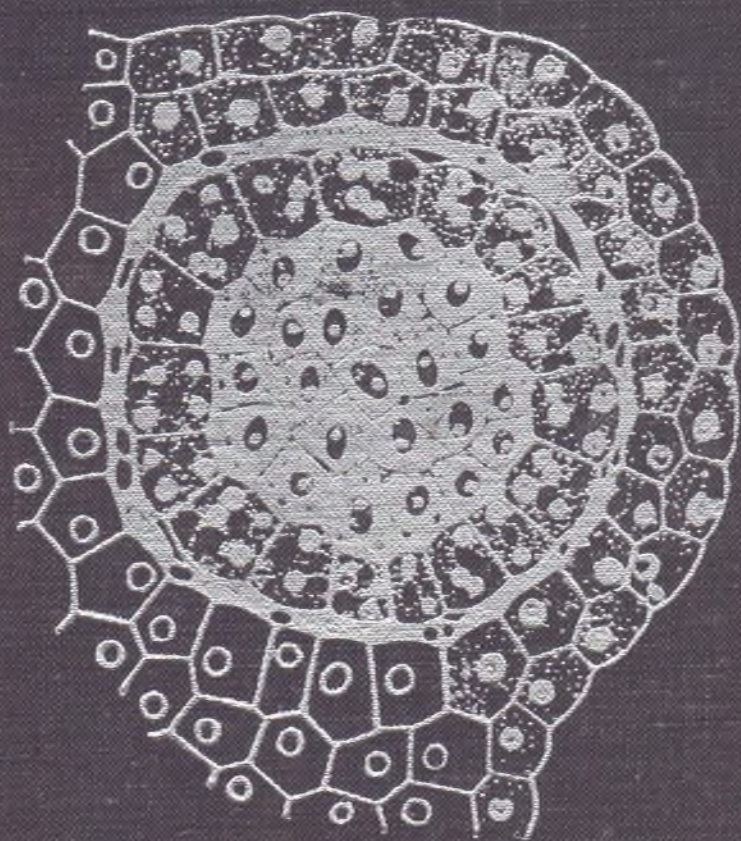


А.И.Журбин

Ботаника
с основами
общей
биологии



А.И. Журбин

Ботаника с основами общей биологии

Главным управлением учебных заведений допущено
в качестве учебника для студентов фармацевтических
институтов (факультетов)



**Издательство «Медицина»
Москва • 1968**

Учебник написан для студентов фармацевтических институтов и фармацевтических факультетов медицинских институтов. В соответствии с учебной программой в нем сжато, но в полном объеме и на уровне современных знаний дан полный курс ботаники с основами биологии. Из общебиологических проблем здесь отражены такие вопросы, как: «Происхождение жизни на земле», «Учение об эволюции органического мира», «Основы генетики» и др.

Учебник хорошо иллюстрирован, он может быть с успехом использован в широком круге читателей, интересующихся вопросами ботаники, общей биологии, цитологии, общей и медицинской генетики, селекции и др.

Введение

Ботаника и биология

Ботаникой называется наука о растениях, об их строении, жизнедеятельности, распространении и происхождении. Ботаника изучает растительный покров земной поверхности. Название науки произошло от греческого слова «ботанэ», что значит трава, растение, зелень.

Биология — наука о живых организмах (растениях и животных), о возникновении и развитии живой природы, об общих законах этого развития. Название науки произошло от греческих слов «биос» — жизнь и «логос» — наука.

Ботаника как самостоятельная наука входит в состав биологии наряду с зоологией (наукой о животных).

Общая биология — дисциплина, предметом которой являются общие для растительного и животного мира явления и закономерности.

Растения имеют огромное значение в природе вообще и жизни человека в частности. Зеленые растения синтезируют органические вещества, которыми питаются животные и человек. В процессе этого синтеза органических веществ зеленые растения запасают энергию и обогащают атмосферу и воду кислородом, необходимым живым существам для дыхания.

Человек получает от растений топливо, строительный материал, волокно, бумагу и многое другое. Человек использует молочнокислые бактерии для изготовления разнообразных молочных продуктов (простокваши, творога, сметаны, масла и др.), уксуснокислые бактерии — для изготовления уксуса, дрожжевые грибы — для хлебопечения, виноделия, пивоварения и др., плесневые грибы — для сыроварения, получения антибиотиков (пенициллина, аспергиллина и др.). Кроме этого, существуют бактерии, значительно ускоряющие распад органических веществ, разложение животных и растительных трупов, что имеет большое положительное значение в круговороте веществ в природе.

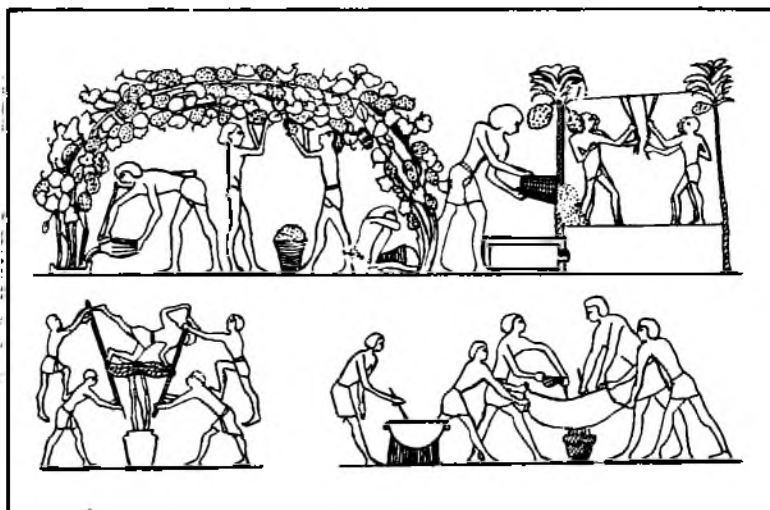
История ботаники и некоторые основные биологические обобщения

Знакомство человека с растениями и использование их следует отнести к глубочайшей древности, так как уже пещерный человек, живший более 20 000 лет назад, знал растения, умел среди массы их в природе находить нужные ему, питательные или лекарственные, отличать полезные растения от ядовитых и т. п.

Позже, когда человек начал заниматься земледелием, его знания растений еще больше углубились. В Швейцарии при раскопках свайных построек, относящихся к периоду от 6000 до 2000 лет до н. э., были обнаружены семена пшеницы, ячменя, проса, гороха, чечевицы, мака, льна, яблони, винограда и других растений. Были найдены также каменные зернотерки и примитивные приспособления для изготовления тканей. Все это свидетельствует о том, что земледелие началось раньше чем за 6000 лет до н. э.

В Египте за 4000—3000 лет до н. э., кроме пшеницы, ячменя, льна, бобов, винограда (рис. 1), финиковой пальмы и других растений, были известны миртовые деревья, дававшие пахучие смолы, применявшиеся египтянами для бальзамирования трупов. Кроме того, были известны также лекарственные

1. Виноделие (изображение египтян).



растения, как клешевина, горчица, морской лук и др. Сохранились египетские планы садов (рис. 2). Сад имел прямоугольную форму. В центре его обычно сажался большой вишневый садик, имелось несколько водоемов, расположенных симметрично и обсаженных по берегам священным лотосом и папирусом; деревья в саду располагались параллельными рядами.

В Древнем Китае и Индии за 2700—2000 лет до н. э. упоминаются многие виды растений (пшеница, рис, сорго, просо, хлопчатник, чай, сахарный тростник и др.), в том числе и многие лекарственные (ревень, спорынья и др.).

В Ассирии и Вавилонии за 2000—1500 лет до н. э. в медицине также широко применялись лекарственные растения.

В Древней Греции широко развились сбор, заготовка и торговля лекарственными растениями. Появились профессии ризотомов (корнерезов), заготавливающих лекарства. Врач Гиппократ, живший в V—IV веке до н. э., описывает более 200 лекарственных растений. Философ Теофраст, живший в IV—III веке до н. э., пишет десяти томный труд «Естественная история растений», в котором описывает 450 растений и предлагает свою классификацию их.

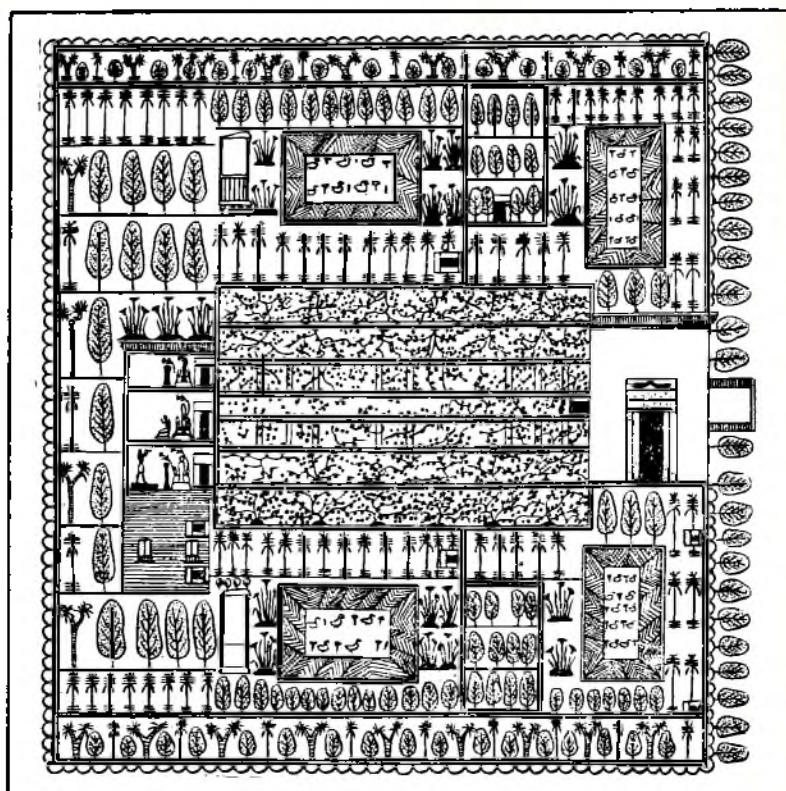
В Древнем Риме ученым Плинием Старшим, жившим в I веке н. э., написан большой труд (37 книг) «Естественная история», в котором упоминается около 1000 видов растений.

Таким образом, наука ботаника зарождалась и развивалась в практической деятельности человека, как собиравшего в природе, так и возделывавшего растения, необходимые для питания, изготовления тканей, лечения, украшения жилища.

В древние века, когда природа была очень мало исследована, когда человек не знал и боялся природы и потому верил в существование какого-то сверхъестественного божества, господствовало религиозное представление о сотворении сверхъестественной силой всего органического мира. Однако уже тогда появлялись учения, возражавшие против религиозного представления о сотворении органического мира.

В средние века ботаническая наука почти не развивалась. Медицина также находилась на очень низком уровне. Господ-

2. План сада (изображение египтян)



ствовало церковное мировоззрение, согласно которому всякая болезнь рассматривалась как наказание божье, и потому лечение сводилось к молитвам, а не к применению лекарств.

В XVI веке начали происходить значительные, социально-экономические перемены, выражавшиеся в падении феодального и зарождении капиталистического строя. Рост промышленности и сельского хозяйства вызвал оживление и расширение торговли и мореплавания. После знаменитых путешествий и открытий во второй половине XV столетия Христофора Колумба и других отважных путешественников, торговые корабли часто стали бороздить моря и океаны во всех направлениях. Человек знакомился с растительным миром различных стран, ботанические знания быстро умножались. Эти социально-экономические сдвиги порождали идеологические изменения, выражавшиеся прежде всего в тенденции к освобождению науки от власти церкви. Все чаще и чаще стали возражать против идеалистического мировоззрения, против утверждений библии и других церковных книг.

Польский ученый Коперник (1473—1543) и затем итальянский ученый Галилей (1564—1642) доказали, что не Земля, а Солнце является центром нашей солнечной системы, что Земля представляет собой одну из планет, вращающихся вокруг звезды — Солнца.

После изобретения в XV веке печатного станка развившееся книгопечатание сделало научные знания доступными широким кругам читающей публики и таким образом уничтожалась идейная монополия церкви. Натуралисты смело и свободно начали изучать природу. Энгельс в «Диалектике

природы» писал: «Современное естествознание... начинается от той замечательной эпохи, которую мы называем эпохой Возрождения»¹.

Но церковь не без боев уступала свою власть над наукой. Церковь организовала преследование ученых, критиковавших старое церковное мировоззрение. Так, ученик Коперника, итальянец Джордано Бруно (1548—1600), атеист, учивший о множественности миров, что противоречило библии, был сожжен церковью на костре в Риме. В Испании в течение 1481—1808 гг. церковью было сожжено более 30 000 человек. В Англии в 1792 г. консервативные аристократы и церковники, враждебно настроенные против прогрессивного, свободного от религиозных предрассудков ученого-химика Пристли, подговорили уличную толпу убить его. Толпа с криками «За церковь и короля!» напала на дом Пристли, разгромила его лабораторию, библиотеку и сожгла весь дом. Пристли, предупрежденный заранее друзьями, успел скрыться.

Таким образом, мы видим, что с древнейших времен до настоящего времени происходила борьба материализма против идеализма, прогрессивных течений научной мысли против реакционных, науки против религии.

Еще в XIV веке в Италии начали устраивать аптекарские сады, в которых выращивали главным образом лекарственные и ароматические растения. Позже аптекарские сады превратились в ботанические, которые являлись собраниями местных и чужеземных растений. В России первые «аптекарские огороды» появились в первой половине XVII века в Москве и Петербурге. Первые ботанические сады были организованы в 1707 г. в Москве и в 1714 г. в Петербурге.

Первые гербарии (от латинского слова «герба» — трава), т. е. систематизированные собрания засушенных растений, были созданы в начале XVI века.

В XVIII веке, когда уже были известны тысячи видов растений, в ботанике возникла крайняя необходимость классифицировать их, привести все накопленные знания в систему. Вот почему в XVIII веке стали появляться труды по систематике. Самым выдающимся систематиком XVIII века был шведский ученый Линней (1707—1778). Линней сам открыл и описал 1500 растений, собрал все накопленные ранее знания (10 000 видов растений) и классифицировал все растения в единой системе. Им же был систематизирован животный мир.

В 1724 г. в Петербурге была основана Академия наук, которая организовывала экспедиции для изучения природы Сибири, Камчатки и многих неисследованных областей России.

К XVIII веку относятся первые исследования по вопросам питания и дыхания растений, т. е. зарождение физиологии растений.

Маркс и Энгельс называли XVI—XVIII столетия периодом метафизическим в развитии науки. «Надо было исследовать вещи, прежде чем можно было приступить к исследованию процессов»². Действительно, в эти столетия накапливались фактические знания, широко исследовалась природа, человечество уже знало десятки тысяч видов растений и животных, использование растений в медицине и сельском хозяйстве

¹ Ф. Энгельс. Дialeктика природы. Гос. изд. полн. лит., 1952, стр. 3.

² Ф. Энгельс. Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии, 1948, стр. 38.

достигло небывалых размеров, но о процессе развития природы, о взаимосвязях растений, животных, почвы, климата и т. д. еще не было речи. Только отдельные высказывания об эволюции природы относятся к XVIII веку.

Впервые был использован микроскоп в биологии во второй половине XVII века, когда были открыты ячеестое, клеточное строение различных тканей растений и животных и микроорганизмы. Эти открытия принадлежат итальянскому ученому Мальпиги (1628—1694), голландцу Левенгуку (1632—1723), англичанам Гуку (1635—1703) и Грю (1641—1712) и другим ученым. Однако оптическое несовершенство микроскопа того времени задержало развитие микроскопии до XIX века.

В первой половине XIX века, после усовершенствования оптической части микроскопа и техники приготовления препаратов, микроскопия стала быстро развиваться.

В результате многочисленных исследований строения растительных и животных организмов под микроскопом в течение более 150 лет (со второй половины XVII столетия по первую треть XIX столетия) был накоплен обширный материал о строении организмов. Обнаружилось, что как растительные, так и животные организмы построены из клеток, что каждое растение и животное начинает свое развитие из одной клетки, что каждая клетка образуется вследствие деления предшествующей клетки. Это одно из самых основных биологических обобщений принято называть клеточной теорией.

Основные положения клеточной теории впервые были сформулированы в 1824 г. французским биологом Дютроше, в 1834 г. — русским ботаником П. Ф. Горляниновым (1796—1865) и в 1838—1839 гг. — немецкими учеными: ботаником Шлейденом (1804—1881) и зоологом Шванном (1810—1882).

Клеточная теория послужила одним из оснований теории эволюционного развития органического мира. Она показала, что растения и животные имеют сходное клеточное строение и общее происхождение. Ф. Энгельс считал клеточную теорию одним из трех великих открытий естествознания XIX века наряду с эволюционной теорией Дарвина и законом сохранения материи и энергии.

Известный патолог Вирхов в 1858 г. в Германии развил ошибочную теорию, согласно которой организм рассматривался как «государство клеток», болезнь организма — как болезнь клеток, лечение организма — как лечение местных изменений, а не всего организма в целом. Энгельс расценивал теорию Вирхова как антидиалектическую и метафизическую. Материалистическая диалектика доказала, что все явления в организме взаимосвязаны, что весь организм представляет собой единое целое. Теорию Вирхова опровергли известные русские клиницисты С. П. Боткин, И. М. Сеченов и И. П. Павлов. Однако все же Вирхов сыграл важную для своего времени роль в развитии патологии.

В начале XIX века идеи эволюции органического мира стали приобретать все большее распространение. Обоснованная теория эволюции была предложена Ламарком (1744—1829) в его труде «Философия зоологии» (1809), не сумевшим, однако, последовательно объяснить движущие силы эволюции.

Середина XIX столетия ознаменовалась появлением эволюционной теории английского биолога Чарльза Дарвина (1809—1882). В 1859 г. он опубликовал свой труд «Происхождение видов», в котором не только убедительно доказал

эволюцию органического мира, но и открыл процесс естественного отбора, вследствие которого происходит эволюция организмов. Дарвин доказал, что все существующие на Земле разнообразнейшие и многочисленные виды произошли от существовавших ранее более примитивных видов путем накопления из поколения в поколение наследующихся изменений. Естественный отбор давал направление эволюции в сторону все большего приспособления к условиям среды, путем вымирания организмов, оказавшихся менее приспособленными.

Учение Дарвина успешно распространялось во всех странах мира. Все биологические науки перестраивались, пересматривались все их достижения с новой точки зрения, с точки зрения эволюционной теории Дарвина. Систематика стала пересматривать классификацию животных и растений, кладя в основу единый новый критерий — принцип эволюционного развития всей природы, принцип происхождения, и искусственные системы сменились филогенетическими, отражающими родственные связи систематических групп.

В России дарвинизм нашел благоприятную почву для своего развития. В распространении дарвинизма выдающуюся роль сыграл К. А. Тимирязев (1843—1920), в течение всей жизни успешно боровшийся за материалистическую биологию, против антидарвинистов.

К. А. Тимирязев работал в области физиологии растений, пропагандируя внедрение достижений науки в практику сельского хозяйства. Им продолжено изучение процесса усвоения зелеными растениями углерода при помощи энергии солнечного света. Этот процесс, называемый фотосинтезом, имеет огромное значение для всего органического мира на Земле.

Великая Октябрьская социалистическая революция, после которой бурными темпами стало развиваться социалистическое сельское хозяйство и промышленность, оживила работу русских ботаников и создала благоприятные условия для дальнейшего развития этой области знаний. Ботаника в СССР стала передовой наукой.

Советские ботаники — эмбриолог и цитолог С. Г. Навашин (1857—1930), физиолог и агрохимик Д. Н. Прянишников (1865—1948), систематик и географ В. Л. Комаров (1869—1945), эколог Б. А. Келлер (1874—1945), физиолог Н. А. Максимов (1880—1952), геопетик и географ Н. И. Вавилов (1887—1942) и многие другие — успешно продолжали дальнейшее развитие ботаники.

В настоящее время вышло в свет многотомное издание «Флора СССР», включающее более 17 500 видов сосудистых растений; кроме того, изданы «Флора Крыма», «Флора Кавказа», «Флора Западной Сибири» и флоры союзных республик. Всесоюзным институтом растениеводства издана «Культурная флора СССР». Ботаническим институтом имени Г. Л. Комарова АН СССР напечатаны геоботанические карты СССР. Плодотворно разрабатываются вопросы выведения новых ценных сортов растений, введение в культуру дикорастущих полезных растений, получения новых антибиотиков.

Однако, как отметил в своем докладе на мартовском (1965 г.) Пленуме ЦК КПСС Л. И. Брежнев, «...Достижения нашей сельскохозяйственной, биологической науки и практическая помощь ее производству могли быть более успешными, если бы своевременно были устранены порочные теории и

догмы, которые возникли без достаточных научных оснований и поддерживались административными средствами»¹.

Акад. М. В. Келдыш в своей статье, посвященной развитию советской науки, заметил: «В течение последних десятилетий на развитие биологии в большой мере отразилось монопольное положение группы ученых, возглавляемой академиком Т. Д. Лысенко, отрицавшей ряд важнейших направлений биологической науки и внедрявшей свои точки зрения, часто не соответствующие современному уровню и экспериментальным фактам»².

В настоящее время в СССР имеются крупнейшие в мире ботанические библиотеки и гербарии (например, гербарий, насчитывающий свыше 5 млн. гербарных листов, в Ботаническом институте имени В. Л. Комарова АН СССР), более 60 ботанических садов и 87 заповедников. В царской России имелось только 19 ботанических садов и 2 заповедника.

Заповедником называется специально выделенная территория, на которой сохраняется растительный и животный мир в его естественном состоянии. Заповедники охраняются, в них запрещается селиться, обрабатывать землю, охотиться и т. д. Заповедники, как и ботанические сады, являясь своего рода лабораториями в природе, представляют большую ценность для научно-исследовательской работы, для изучения и введения в культуру ценных диких видов. При помощи заповедников сохраняются такие ценные и редкие в СССР виды растений, как тисс, самшит, лотос и др., и такие млекопитающие, как зубр, морской котик, бобр, соболь и выхухоль, а также птицы — пеликан, белая цапля и др.

То, о чем мечтали ботаники, — настолько изучить жизнь растения, чтобы уметь управлять его развитием, — стало осуществимым. Перед ботаникой ставятся важные задачи: изучение природных растительных ресурсов для использования их в промышленности, сельском хозяйстве и медицине, изучение законов изменчивости и формообразования для разработки методики направленного изменения растений, изучение процесса фотосинтеза и многое другое.

Разделы ботаники

К настоящему времени ботаника настолько разрослась, что отдельные ее разделы являются самостоятельными науками, различающимися и своими задачами, и своими методами исследования. Рассмотрим главнейшие ботанические дисциплины.

Систематика растений (от греческого слова «систематикос» — сложенный) распределяет разнообразные виды растений по отдельным группам, устанавливая их родственность, их происхождение. Систематика растений производит как бы инвентаризацию массы разнообразнейших видов растений, классифицирует их, приводит в единую систему.

Морфология растений (от греческих слов «морфэ» — форма и «логос» — учение) изучает закономерности их строения. Растение распознается прежде всего по его морфологии. Это одна из старейших отраслей ботаники. Морфология в широком смысле охватывает все вопросы внешнего и внутреннего (микроскопического) строения растений. В узком смысле под морфологией понимают науку о закономерностях внешнего строения растений. Современные морфоло-

■ ¹ Л. И. Брежнев. Доклад на мартовском Пленуме ЦК КПСС (1965 г.).

² М. В. Келдыш. Советская наука: итоги и перспективы. «Правда», № 35 от 4 февраля 1965 г.

гические направления исследований решают проблемы эволюции форм растений, их трансформации, проблемы морфогенеза.

Анатомия растений (от греческого слова «анатэм-нойн» — разрезать) изучает их внутреннее строение, ткани растений. Анатомия помогает определить лекарственное сырье, когда оно состоит из измельченных в порошок растений, морфологические признаки которых установить нет возможности, а анатомические признаки могут быть обнаружены под микроскопом.

Цитология (от греческого слова «китос» — клетка) изучает строение и жизнедеятельность клетки.

Эмбриология растений (от греческого слова «эмбрион» — зародыш) изучает развитие зародыша и семени, а также развитие органов размножения.

Физиология растений (от греческого слова «физис» — природа) изучает жизненные процессы, происходящие в растениях (рост и развитие, питание, дыхание, размножение и т. п.).

Биохимия растений изучает происходящие в них химические процессы. Биохимия и физиология растений дают возможность узнать процесс накопления в растении того или иного лекарственного вещества и поэтому знать, какие части растения и когда следует собирать, как их хранить и т. п.

Генетика растений (от греческого слова «генезис» — происхождение) изучает наследственность и изменчивость растительных организмов. Генетика является теоретической основой селекции. Генетика — молодая наука, зарождение ее относится к началу XX столетия.

Экология растений (от греческого слова «ойкос» — дом, место обитания) изучает взаимозависимость растений и условий среды, в которой они живут. Условия местообитания настолько сильно влияют на растения, что по их структуре часто можно определить условия среды, в которых формировался данный вид. Значение экологии для изучения растений очень велико.

География растений изучает закономерности распространения видов на нашей планете Земле.

Геоботаника (от греческого слова «геос» — земля), или фитоценология (от греческих слов «фитон» — растение и «ценоз» — общий, или «фитоценоз» — совокупность растений), изучает растительный покров Земли, растительные группировки или сообщества. Например, сообщество леса, в котором в тесной взаимозависимости произрастают высокие деревья, кустарники (подлесок) и травянистые растения.

Палеоботаника (от греческого слова «палайос» — древний) изучает ископаемые остатки растений, существовавших в давно прошедшие геологические эпохи, отпечатки растений в осадочных породах, окаменевшие растения и помогает составить представление о ходе эволюции растений.

Существуют еще разделы ботаники, углубленно изучающие отдельные систематические группы растений. Так, раздел, занимающийся изучением главным образом бактерий и некоторых грибов, называется бактериологией и является частью науки — микробиологии (от греческих слов «микрос» — малый и «биос» — жизнь). Раздел ботаники, изучающий водоросли, называется альгологией (от латинского слова «альга» — водоросль), изучающий грибы — микологией (от греческого слова «микос» — гриб), изучающий лишайники —

лихенологией (от греческого слова «лейхен» — лишайник), изучающий мхи — бриологией (от греческого слова «брион» — мох); древесные и кустарниковые растения представляют предмет особой науки — дендрологии (от греческого слова «дендрон» — дерево).

Организм и среда, в которой он живет, неразрывно связаны посредством обмена веществ. Одни вещества поглощаются организмом из среды, другие вещества выделяются им в среду. Такой постоянный процесс обмена веществ свойствен всякому организму, всякому живому телу. Если обмен веществ прекращается, организм перестает жить.

Обмен веществ наблюдается и в неживой природе. Например, при горении свечи из воздуха поглощается кислород и в воздух выделяются углекислый газ, пары воды. Однако обмен веществ между организмом и внешней средой и между свечой и воздухом резко различается тем, что в первом случае организм увеличивает массу своего тела, самообновляется, а во втором — свеча разрушается, сгорает. Самообновление в процессе обмена веществ является важным характерным свойством всякого живого организма.

Процесс поглощения организмом веществ из окружающей среды и синтеза из них веществ своего тела называется ассимиляцией. Процесс распада органического вещества и выделения получившихся веществ в окружающую среду, т. е. процесс, обратный ассимиляции, называется диссимиляцией. В качестве примера ассимиляции может быть приведен процесс фотосинтеза, подробно рассматриваемый ниже. Примером диссимиляции является процесс дыхания (окислительный распад органических соединений до углекислоты и воды) или брожения (неполный окислительный распад органических соединений до продуктов — этилового спирта, молочной кислоты, уксусной кислоты и др.).

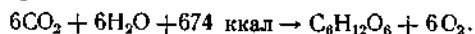
Чем больше ассимиляция превышает диссимиляцию, тем больше в организме образуется веществ для построения новых клеток, — организм увеличивает свою массу, объем, т. е. растет. Так, из процесса обмена веществ вытекает процесс роста. Так же из процесса обмена веществ вытекают и другие процессы жизни — движение, раздражимость, формообразование, размножение, наследственность и изменчивость, отличающие живое от неживого. Энгельс писал: «Из обмена веществ посредством питания и выделения, — обмена, составляющего существенную функцию белка, — и из свойственной белку пластичности вытекают все прочие простейшие факторы жизни: раздражимость, которая заключается уже во взаимодействии между белком и его пищей; сокращаемость, обнаруживающаяся уже на очень низкой ступени при поглощении пищи; способность к росту, которая на самой низшей ступени включает размножение путем деления; внутреннее движение, без которого невозможно ни поглощение, ни ассимилирование пищи»¹.

Работами английского химика Пристли (1733—1804), швейцарских ученых Сенебье (1742—1809) и Соссюра (1767—1845), французского химика Буссенго (1802—1887), русских физиологов растений А. С. Фаминцына (1835—1918) и К. А. Тимирязева (1843—1920) и других ученых выяснен имеющий огромное значение в природе процесс фотосинтеза. Фотосинтезом называется процесс синтеза органиче-

■ ¹ Ф. Энгельс. Анти-Дюринг. Госполитиздат, 1948, стр. 78.

ских веществ зелеными растениями. При этом органическое вещество синтезируется из неорганических веществ; процесс этот протекает с поглощением энергии. Энергией служит солнечный свет, в связи с чем синтез этот называется фотосинтезом (от греч. «фотос» — свет). Следовательно, фотосинтез в природе может протекать только днем. В искусственных условиях солнечный свет может заменяться электрическим.

Исходными неорганическими веществами в процессе фотосинтеза являются углекислота воздуха и вода, а синтезируемым органическим веществом является глюкоза, или виноградный сахар. Процесс протекает крайне сложно. Упрощенно его можно представить так:



Получившаяся таким образом глюкоза впоследствии превращается в более сложные углеводы (крахмал и др.), в жиры, а после присоединения азота, который поступает в растения из почвы в виде неорганических азотнокислых и аммонийных солей и других элементов, синтезируются белки и другие сложные вещества.

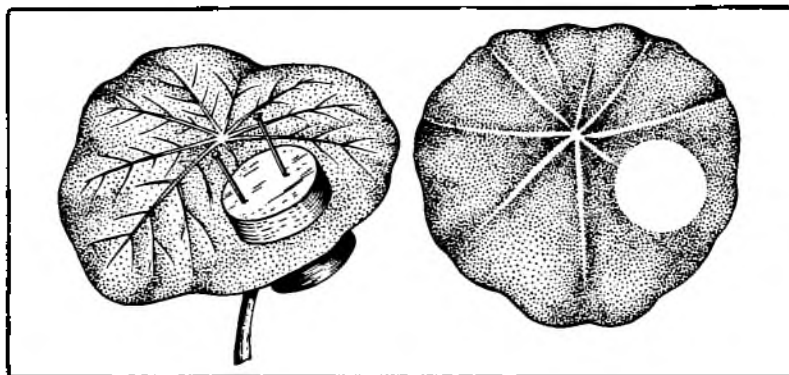
Образование крахмала на свету вследствие фотосинтеза в зеленых листьях наглядно доказывается простым опытом, носящим название «пробы Сакса». Вазон с зеленым растением ставят в темноту, чтобы весь накопившийся в листьях крахмал был использован растением. Затем часть листа закрывают светонепроницаемой бумагой или куском пробки и выставляют растение на свет. Через несколько часов исследуемый лист срывают, кипятят в спирту для извлечения хлорофилла и опускают в раствор йода. В той части листа, которая освещалась и потому в ней протекал фотосинтез, крахмал окрасится йодом в сине-фиолетовый цвет и вся часть листа будет сине-фиолетовой. В той же части, которая была закрыта и потому в ней не протекал фотосинтез, крахмала не будет и потому она не даст цветной реакции (рис. 3). Можно весь лист закрыть светонепроницаемой бумагой с вырезанными на ней буквами, тогда на листе будут сине-фиолетовые буквы, получится своего рода фотография.

Многие сложные органические вещества, вырабатываемые в зеленом растении, могут впоследствии явиться пищей для животных и человека, которые не обладают способностью синтезировать органическое вещество из неорганических веществ. Если бы прекратился синтез органических веществ растениями, не мог бы существовать весь органический мир.

Кроме того, при фотосинтезе выделяется кислород; атмосфера, вода обогащаются кислородом, необходимым для дыхания. Кроме очищения воздуха путем обогащения его кислородом в процессе фотосинтеза, воздух одновременно очищается еще и путем поглощения из него углекислоты. Ведь 1 га зеленых растений поглощает при фотосинтезе столько углекислоты, сколько ее выделяют при дыхании 200 человек. Для накопления кислорода, необходимого для дыхания одного человека, требуется в среднем 50 м² зеленых насаждений. Водоросли при фотосинтезе очищают воду, обогащая ее выделяемым кислородом и поглощая из нее углекислоту.

Организмы, способные питаться неорганическими веществами и синтезировать из них органические вещества своего тела, называются **автотрофными** (от греч. «автос» — сам и «трофэ» — питание). К автотрофным организмам относятся высшие зеленые растения, водоросли и некоторые виды бак-

3. Опыт накопления крахмала в процессе фотосинтеза.



терий (окрашенных), синтезирующие органические вещества при помощи световой энергии и потому называемые фотосинтезирующими, или фототрофными. Следует заметить, что водоросли (преимущественно одноклеточные) синтезируют около 90% всей массы органических веществ, синтезируемых фототрофными организмами на Земле.

К автотрофным организмам относятся также некоторые виды бактерий, способные окислять закись железа, аммиак и другие неорганические соединения и использовать освобождающуюся при этом химическую энергию для синтеза органического вещества своего тела, и потому называемые хемосинтезирующими, или хемотрофными. Хемотрофный способ питания, очевидно, является самым древним.

Организмы, питающиеся готовыми органическими веществами и строящие из них органические вещества своего тела, называют гетеротрофными (от греч. «гетерос» — иной, другой и «трофа» — питание). К гетеротрофным организмам относятся человек, животные, грибы и большинство видов бактерий, способных питаться живым или мертвым органическим веществом.

Гетеротрофные организмы, живущие на теле или в теле другого организма (хозяина) и питающиеся за его счет, называют паразитами. Паразиты вызывают болезни растений, животных и человека. Примерами паразитов являются виды ржавчинных грибов, вызывающие болезнь растений, так называемую ржавчину, или патогенные бактерии, вызывающие болезни у человека и животных.

Организмы, питающиеся мертвыми органическими веществами (трупы животных, растений или продукты их жизнедеятельности), называют сапрофитами. Сапрофиты ускоряют разложение и минерализацию сложных органических веществ, животных и растительных трупов. Примерами сапрофитов могут служить молочнокислые бактерии, вызывающие молочнокислое брожение, или гриб, живущий в деревянных частях построек и называемый домовым грибом. Домовой гриб, разрушая древесину, часто наносит большой ущерб народному хозяйству.

Есть среди растений виды, питающиеся хищническим способом, например росянка, улавливающая насекомых и переваривающая их белки выделенным ею пищеварительным соком. Кроме того, росянка является примером смешанного, или миксотрофного — и хищнического, и фототрофного, спо-

соба питания, так как наряду с хищническим способом питания ее зеленые клетки способны питаться фототрофно.

Для синтеза глюкозы, как уже говорилось, необходима солнечная световая энергия. Вычислено, что для синтеза 1 грамм-молекулы глюкозы требуется, выражая энергию в тепловых единицах, 674 килокалории (ккал). Поглощенная при реакции световая энергия переходит в химическую и в скрытом состоянии заключается в молекуле глюкозы. Если произвести обратную реакцию, т. е. разложить глюкозу на углекислоту и воду, то скрытая химическая энергия перейдет обратно в световую и тепловую. И действительно, при сжигании органического вещества выделяется свет и тепло.

В организме человека и животных происходит окисление органических веществ, при котором скрытая химическая энергия пищевых продуктов переходит в другие формы энергии — тепловую (согревание организма), механическую (движение организма), химическую (синтез сложных молекул белков и др.). Следовательно, органические вещества, синтезированные зелеными растениями, являются не только пищей человека и животных, но и источником энергии. К. А. Тимирязев пищу остроумно называл «консервом солнечных лучей».

Замечательный исследователь фотосинтеза К. А. Тимирязев в своей публичной лекции в 1875 г. так представил превращение энергии солнечного света: «Когда-то, где-то на Землю упал луч солнца, но он упал не на бесплодную почву, он упал на зеленую былинку пшеничного ростка или, лучше сказать, на хлорофилловое зерно. Ударяясь о него, он потух, перестал быть светом, но не исчез. Он только затратился на внутреннюю работу... образовал крахмал. Этот крахмал, превратясь в растворимый сахар, после долгих странствий по растению, отложился, наконец, в зерне в виде крахмала же, или в виде клейковины. В той или другой форме он вошел в состав хлеба, который послужил нам пищей. Он преобразился в наши мускулы, в наши нервы. И вот теперь атомы углерода стремятся в наших организмах вновь соединиться с кислородом, который кровь разносит во все концы нашего тела. При этом луч солнца, таившийся в них в виде химического напряжения, вновь принимает форму явной силы. Этот луч солнца согревает нас. Он приводит нас в движение. Быть может, в эту минуту он играет в нашем мозгу»¹.

Зеленые растения нашей планеты в течение года превращают в химическую энергию столько световой энергии, сколько могли бы выработать 200 000 таких электростанций, как Куйбышевская ГЭС, дающая 10 млрд. киловатт-часов в год.

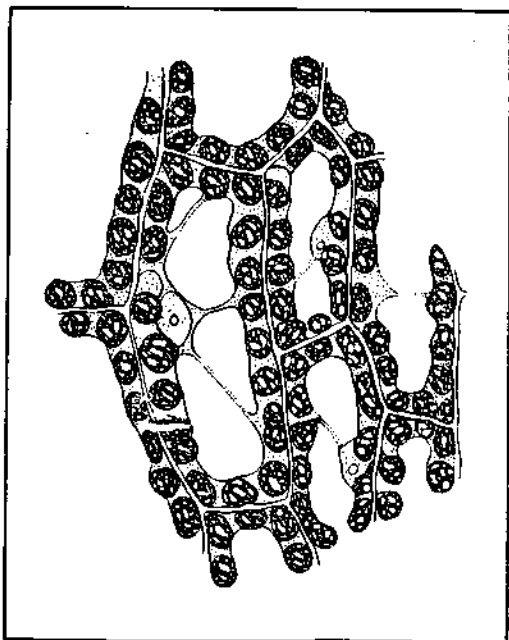
Таким образом, зеленое растение играет важную космическую роль, поглощая световую энергию Солнца и переводя ее в другие виды энергии, крайне необходимой в жизни человека на планете Земле.

Где же в зеленом растении происходит процесс фотосинтеза? При рассмотрении под микроскопом зеленой части растения легко заметить, что она состоит из клеток, в протоплазме которых плавают зеленые зернышки (рис. 4). Эти зеленые зернышки называются хлорофилловыми зернами, или хлоропластами. В них имеется пигмент зеленого цвета, хлорофилл. При посредстве этого хлорофилла в хлоро-

■ ¹ К. А. Тимирязев. Сочинения. Т. I, М., 1937, стр. 293.

4. Клетки листочка мха.

В клетках видны темные хлоропласты с белыми зернами первичного крахмала в них. Увеличение в 500 раз.



пластах протекает процесс ассимиляции углерода в виде углекислоты воздуха, т. е. процесс фотосинтеза.

«Эта связь между солнцем и зеленым листом приводят нас к самому широкому, самому обобщающему представлению о растении. В ней раскрывается перед нами космическая роль растения. Зеленый лист, или, вернее, микроскопическое зеленое зерно хлорофилла, является фокусом, точкой в мировом пространстве, в которую с одного конца притекает энергия солнца, а с другого берут начало все проявления жизни на Земле. Растение — посредник между небом и землей. Оно истинный Прометей, похитивший огонь с неба. Похищенный им луч солнца горит и в мерцающей лучине, и в ослепительной искре электричества. Луч солнца приводит в движение и чудовищный маховик гигантской паровой машины, и кисть художника, и перо поэта» (из речи К. А. Тимирязева «Столетние итоги физиологии растений», читанной в Московском университете в 1901 г.)¹.

Процесс фотосинтеза все больше и больше привлекает к себе внимание ученых. Наука близка к разрешению важнейшего вопроса — искусственного создания при помощи световой энергии ценных органических веществ из широко распространенных неорганических. Знаменитый французский физик Жюлио-Кюри, выступая в Академии наук СССР, сказал: «Хотя я верю в будущее атомной энергии и убежден в важности этого изобретения, однако я считаю, что настоящий переворот в энергетике наступит только тогда, когда мы сможем осуществлять массовый синтез молекул, аналогичных хлорофиллу или даже более высокого качества»². Поэтому понятно, почему проблема фотосинтеза усиленно разрабатывается ботаниками, химиками, физиками и другими специали-

■ ¹ К. А. Тимирязев. Избранные сочинения. Т. II. М., 1948, стр. 382.

² А. Шахов. Лучи солнца. Правда, № 204 от 23/VII 1968 г.

стами. В последнее время уже удалось искусственно получить синтез формальдегида и сахаристых веществ из водных растворов карбонатной кислоты; при этом роль поглотителя световой энергии играли вместо хлорофилла карбонаты кобальта и никеля. Недавно синтезирована молекула хлорофилла.

Успехи науки в области синтеза органических веществ наносят сокрушительный удар по идеалистическому учению — витализму, который доказывал, что для образования органических веществ из неорганических необходима особая «жизненная сила» и что человек не сможет синтезировать сложные органические вещества.

Дыхание является процессом, обратным фотосинтезу. При фотосинтезе из неорганических веществ создаются органические, и при этом процессе поглощается энергия. При дыхании органические вещества (углеводы, жиры, белки, органические кислоты), соединяясь с кислородом, разлагаются на неорганические, и при этом процессе выделяется энергия.

Процесс дыхания выражается следующим образом:



Такое количество энергии, условно выражаемое в калориях, освобождается при окислении 1 грамм-молекулы сахара. Выделяемая при дыхании энергия используется организмом, как растительным, так и животным, для его жизнедеятельности (роста, различных биохимических эндотермических реакций, движения, поддержания температуры тела у теплокровных животных и др.), поэтому без дыхания невозможна жизнь. Дыхание является процессом диссимиляции, обратным ассимиляции.

Процесс дыхания происходит всегда: и днем, и ночью. Процесс фотосинтеза протекает только на свету, т. е. днем. Следовательно, у зеленого растения днем протекает два противоположных процесса — фотосинтез и дыхание. При фотосинтезе выделяется в 10—30 раз больше кислорода, чем его поглощается при дыхании.

Процесс фотосинтеза происходит только в хлоропластах зеленых клеток листа, стебля. Процесс дыхания протекает и в листьях, и в стеблях, и в корнях, и в семенах и т. д., т. е. в каждой живой клетке.

Дыхание растений зависит от внешних условий. При температуре ниже $0^\circ C$ дыхание замедляется; листья же хвойных растений дышат при низких температурах. Выше $40-50^\circ C$ дыхание прекращается.

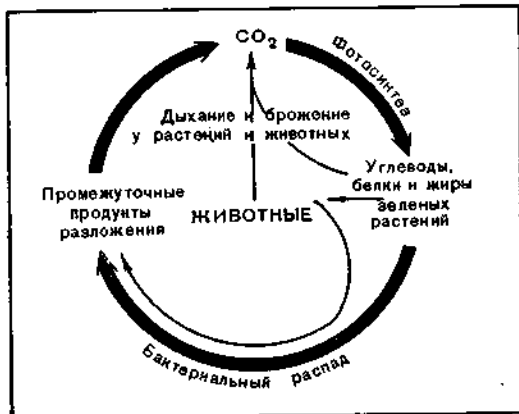
В сухих семенах, при влажности до 10%, дыхание протекает крайне слабо. При влажности семян, равной 15%, дыхание возрастает в тысячи раз.

При увеличении концентрации углекислоты во внешней среде дыхание снижается и совсем прекращается. Этим влиянием углекислоты на дыхание пользуются для хранения плодов и овощей, помещая их в сосуды с углекислотой.

Другой способ добывания энергии, необходимой для жизненных процессов, представляет брожение, свойственное некоторым бактериям, грибам. Примером может быть спиртовое брожение, вызываемое дрожжевым грибом: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5CH_2OH + 2CO_2 + 28 \text{ ккал}$ (глюкоза распалась на этиловый спирт и углекислоту).

Основной элемент органического вещества — углерод — совершает в природе круговорот (рис. 5). Зеленые растения, ассимилируя углекислоту воздуха, создают

5. Круговорот углерода в природе (схема).



разнообразные органические вещества. Животные, питаясь ими, превращают их в иные органические соединения или расщепляют их (при дыхании) на неорганические вещества. После смерти животных и растений органические вещества их тел в процессе гниения также разлагаются на неорганические (минеральные соли, аммиак, углекислоту, воду), и углерод вновь в углекислоте поступает в воздух. Воздух обогащается углекислотой и при процессе дыхания растений, при брожении, горении, выделении из природных источников, при вулканических извержениях.

Распаду органических веществ в природе способствуют микроорганизмы, значительно ускоряющие процесс разложения. После минерализации органического вещества, т. е. после разложения его на неорганические вещества, последние вновь становятся доступными растению. Таким образом в природе совершается непрерывный круговорот углерода.

Огромное значение имеет в природе круговорот азота и азотистых веществ. Азот — важнейший химический элемент для жизни, так как он входит в состав белков, являющихся носителями жизни.

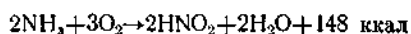
Белки синтезируются зелеными растениями, которые используют для этого азот только минеральных солей почвы, — азотнокислых (нитратов), аммонийных и, в ничтожной степени, азотистокислых (нитритов). Свободный азот воздуха и азот, связанный в органических соединениях, недоступен зеленым растениям; они неспособны его ассимилировать. При недостатке минерального азота в почве растения испытывают азотный голод, несмотря на то, что они окружены свободным азотом воздуха (воздух состоит по объему из 78% азота, 21% кислорода и 1% недействительных газов и углекислого газа).

Азот, поглощенный зелеными растениями из почвы для синтеза белка, обратно в почву полностью не возвращается. Продукты жизнедеятельности животных, моча и кал, трупы растений и животных, разлагаясь, лишь частично возвращают азот в почву, а большую часть азота выделяют в атмосферу, т. е. переводят азот в недоступное для зеленых растений состояние. Разложение растительных и животных белков производится гнилостными микроорганизмами. Выделению свободного азота из аммиака, получающегося при гниении белка, способствуют так называемые денитрифицирующие бактерии. При сжигании дров, угля, нефти и т. п. связанный в них азот выделяется в атмосферу.

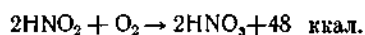
Итак, зеленые растения ассимилируют азот, беря его из минеральных соединений почвы, и синтезируют органические вещества. При разложении же содержащих азот органических веществ азот полностью в почву не возвращается, а улетучивается в воздух и становится недоступным зеленым синтезирующим белок растениям.

В конце XIX столетия еще не было известно, какими путями свободный, недоступный для растений, азот воздуха переходит в минеральные соединения почвы и становится доступным автотрофным растениям. Поэтому вычисления ряда ученых приводили к выводу, что минерализованного, доступного растениям, азота в почве с каждым годом становится меньше, что запасы азотистых соединений в природе скоро истощатся, что неизбежен азотный голод.

В 1889 г. русский микробиолог С. Н. Виноградский (1856—1953) открыл нитрифицирующие бактерии, которые способны переводить аммиак в азотистую кислоту (нитритные бактерии) по следующей схеме:



и затем в азотную кислоту (нитратные бактерии):



Таким образом, С. Н. Виноградским был выяснен круговорот азота в природе, было доказано, что азотный голод не угрожает растительному и животному миру, так как есть микроорганизмы, возвращающие недоступный растениям азот обратно в почву в виде доступных для растений соединений (нитратов).

Еще в 1866 г. русским ботаником М. С. Ворониным в клубеньках на корнях бобовых растений были открыты бактерии. Позже, в 80-е годы, С. Н. Виноградским и др. было выяснено, что эти бактерии усваивают свободный азот воздуха. Теперь известно, что существуют разные расы клубеньковых бактерий (из рода *Rhizobium*): бактерии одной расы живут в клубеньках корней люцерны, бактерии другой расы — в клубеньках клевера, третьей — гороха и т. д. От зеленого бобового растения бактерии получают сахар и минеральные соединения, а от бактерий зеленые растения получают азот в связанном виде. Таким образом, живущие в сожительстве (симбиозе) организмы приносят взаимную пользу. Поэтому-то разнообразные виды симбиоза сохранились в процессе эволюции и широко распространены в природе.

На 1 га посева бобовых растений клубеньковыми бактериями ассимилируется ежегодно из воздуха около 5 кг азота (по мнению некоторых исследователей, 100—400 кг азота). После уборки бобового растения, например уборки люцерны или клевера на сено, на поле остается в виде пожнивных остатков (корни, основания стеблей) около 30% растительной массы, богатой азотом, и почва обогащается им.

В тех случаях, когда посеянное бобовое растение не образует на своих корнях клубеньков, т. е., очевидно, не встречает в почве клубеньковых бактерий, производится заражение ими почвы или семян при посеве. Вырабатывают бактериальный препарат из культуры клубеньковых бактерий — так называемый нитрагин. Нитрагином заражают семена, что повышает урожай бобового растения.

6. Круговорот азота в природе (схема).



В 1899 г. С. Н. Виноградским были открыты свободно живущие в почве также ассимилирующие азот воздуха почвенные бактерии (из родов *Azotobacter*, *Clostridium* и др.). На площади 1 га такими почвенными бактериями ассимилируется ежегодно из воздуха до 6 кг азота (по мнению некоторых авторов, около 30 кг азота). В сельском хозяйстве заражают почву почвенными бактериями, внося их в виде препарата азотобактерина, или азотогена.

Могут так же ассимилировать свободный азот некоторые синезеленые водоросли (*Nostoc*), что доказано в последнее время методом меченых атомов.

Все сказанное выше о сложных превращениях азотистых веществ в природе может быть упрощенно представлено в виде схемы (рис. 6).

При электрическом разряде искра, проходящая через смесь азота с кислородом, вызывает их соединение, т. е. окисление азота. При молнии в воздухе, представляющем собой в основном смесь азота и кислорода, образуется окись азота; она соединяется с дождевой водой и в виде азотной кислоты попадает в почву, где и превращается в нитраты. В природе этот процесс происходит, но он не был известен человеку. В первой четверти XX столетия получили распространение специальные азототуковые заводы по выработке селитры из азота воздуха — так называемой воздушной селитры. Впоследствии был разработан более экономный способ связывания свободного азота атмосферы, заключающийся в синтезе аммиака из азота воздуха и водорода воды.

В настоящее время выработка воздушной селитры достигла больших размеров и имеет важное значение в народном хозяйстве.

Подобно круговороту углерода и азота, в природе происходит круговорот фосфора, серы и других необходимых элементов минеральной пищи растений.

Растения способны синтезировать сложные лекарственные вещества. Это сложные органические вещества: алкалоиды, эфирные масла, глюкозиды, жирные масла, витамины, фитонциды и др. Из 100 000 известных в мире лекарственных средств около 30 000 приготавливаются из растений. Накапливаются лекарственные вещества в различных органах растений (семенах, стеблях, корневищах, корнях и т. д.) и в определенной фазе их развития.

В практике для лечения людей и животных или используется само растение (нарезанное или растертое в порошок), или из него готовится сгущенный сок, эмульсия, настой (на воде), настойка (на спирту), отвар, жидкий или сухой экстракт, мазь, таблетки и др. Из растений добывают лекарственные вещества с различными лечебными свойствами: убивающие бактерий и простейших животных — так называемые бактерицидные вещества, сердечные, желудочные, мочегонные, глистогонные, понижающие кровяное давление, успокаивающие нервную систему и т. п.

В ботаническом саду ВИЛАР собрано 2500 видов лекарственных растений. В Фармакопее СССР (в законченных списках лекарств) значится около 170 видов лекарственных растений. В настоящее время в СССР из лекарственных растений изготавливается около 40% всех медикаментов.

В СССР широко проводится сбор (заготовка сырья) дикорастущих лекарственных растений. Собираются только определенные части растения, богатые лекарственным веществом, и сбор проводится в строго определенные сроки, когда лекарственное вещество имеет наибольшую фармакологическую активность. В настоящее время ежегодно собирается более 30 000 т дикорастущих лекарственных растений (в 1913 г. было собрано около 7500 т).

Помимо сбора дикорастущих лекарственных растений, в СССР в больших масштабах проводится промышленная культура лекарственных растений. Лекарственные растения возделываются в колхозах и в специализированных совхозах. В полевой культуре возделывается около 40 видов лекарственных растений (инсектицидные ромашки, валериана, мята, алоэ, камфарный лавр, хинное дерево, женьшень и многие другие). По культуре лекарственных растений СССР занимает одно из первых мест в мире.

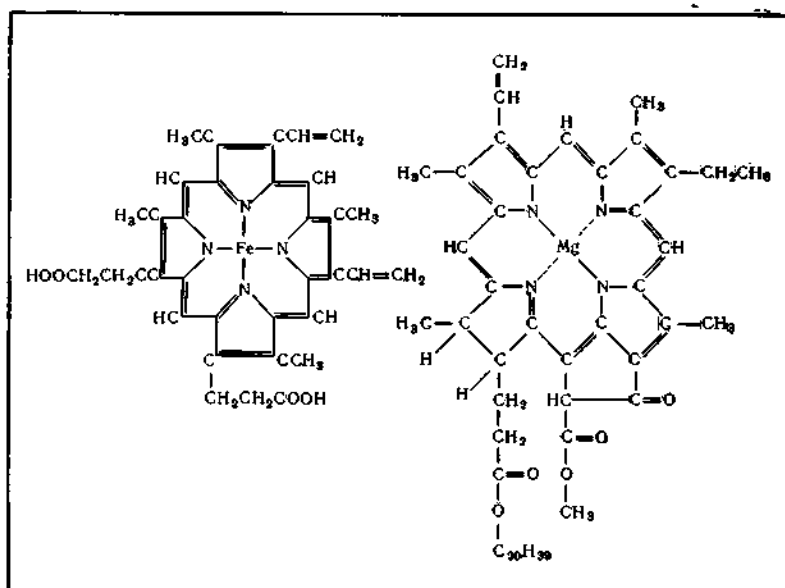
Разграничить растения и животных трудно, вернее невозможно. Сначала, при поверхностном рассмотрении, это кажется легкой задачей. Действительно, разница между яблоней и собакой ясна, глубока и не вызывает никаких сомнений. Однако при более глубоком изучении различий и сходства между растениями и животными, при изучении всего разнообразия видов растений и животных, оказывается, их разграничить трудно.

Прежде всего обращает на себя внимание то, что животные более подвижны и более активны, чем растения. Процесс дыхания протекает у них значительно интенсивнее, чем у растений. Однако если сравнить тропизмы растений или перемещения зооспор водорослей с неподвижностью такого животного, как морская губка или полипы, обнаружится невозможность провести строгую границу между растениями и животными по этому признаку.

Клеточная теория доказала отсутствие принципиальной разницы в строении растительных и животных организмов, причем у растений и животных очень близки как химический состав, так и структура клеток.

Низшие одноклеточные растения и простейшие одноклеточные животные трудно отличимы, их трудно разграничить на растения и животные. Растение эвглена зеленая очень подвижна и может питаться гетеротрофно, как животное, но может и осуществлять фотосинтез, как растение. У современных растений и животных были общие предки. Было время, когда еще не существовало ни растений, ни животных, а были

7. Химические структурные формулы хлорофилла а (справа) и гема (слева).



какие-то примитивные их предки, похожие на современные бактерии и послужившие общим корнем для эволюционного развития впоследствии растений и животных.

Из рассмотренного выше следует, что зеленые растения отличаются от животных способом питания. Зеленые растения автотрофны. Они синтезируют из неорганических веществ органическое вещество и накапливают энергию, превращая лучистую энергию солнца в химическую. Животные — гетеротрофы. Они питаются готовым органическим веществом и освобождают энергию. Однако и в разграничении растений и животных по образу питания нельзя провести ясной границы потому, что существуют растения, питающиеся гетеротрофно. Так, растение росянка питается и автотрофно, синтезируя органические вещества в хлоропластах зеленых клеток, и гетеротрофно, переваривая, как животное, белки и другие органические вещества пойманного ею насекомого.

Интересна химическая близость зеленого красящего вещества хлоропластов растений — хлорофилла — и красного красящего вещества крови животных — гема (составной части гемоглобина). Гемоглобин является хромопротеидом, состоящим из белковой части — бесцветного глобина — и простетической группы небелковой природы — красного гема. Химические структурные формулы хлорофилла а и гема поражают своим сходством (рис. 7). Недавно в клубеньках бобовых растений был открыт гемоглобин, вырабатываемый клубеньками наряду с другими пигментами.

Все приведенные отличия растений от животных, как мы видим, относительны. Во многих случаях между растением и животным действительно трудно провести границу.

Клетка

1

История микроскопа

Изобретению микроскопа должны были предшествовать изобретения оптических стекол и камеры — обскуры. Первые сведения об оптических стеклах относятся к глубокой древности. Двояковыпуклые линзы как увеличительные стекла применялись древними греками и римлянами. Историческая эпоха накладывала свой отпечаток на развитие оптики. Так, ученый-оптик Бако, знавший применение выпуклых стекол, в конце XII века был обвинен церковью в колдовстве и заключен в тюрьму, где пробыл 10 лет и умер. В начале XIII века оптические стекла использовались в качестве стекол для очков.

Первые сведения о камере-обскуре, давшей впоследствии в микроскопе тубус, также относятся к древности. В IV веке до н. э. греческий ученый Аристотель упоминает о ней. Первое подробное описание камеры-обскуры мы находим в трудах итальянского ученого и художника Леонардо да Винчи (1452—1519).

Предание гласит, что впервые большое увеличение, полученное посредством рассматривания объекта одновременно через две линзы (т. е. посредством сложного микроскопа), впервые наблюдали случайно, играя линзами, два мальчика, сыновья оптического мастера Янсена. Это было в конце XVI века в Германии.

В 1609 г. итальянский физик Галилей построил первый сложный микроскоп, состоящий из двух линз — объектива и окуляра. Сохранившееся описание микроскопа XVII века дает о нем следующее представление: окуляр — шириной в человеческую руку, тубус — шириной в человеческую ногу и длиной около половины метра, увеличение — от 40 до 300.

В 1665 г. Роберт Гук напечатал книгу «Микрография» (рис. 8), в которой сообщалось об исследовании тонкого среза пробки, сердцевины бузины, стебля укропа и других растений, которые, как было обнаружено, состоят из ячеек или клеток (рис. 9).

Голландский ученый Антони ван Левенгук, сам шлифовавший линзы и конструировавший микроскопы, впервые обнаружил бактерии, сперматозоиды в семенной жидкости человека, эритроциты крови и многое другое.

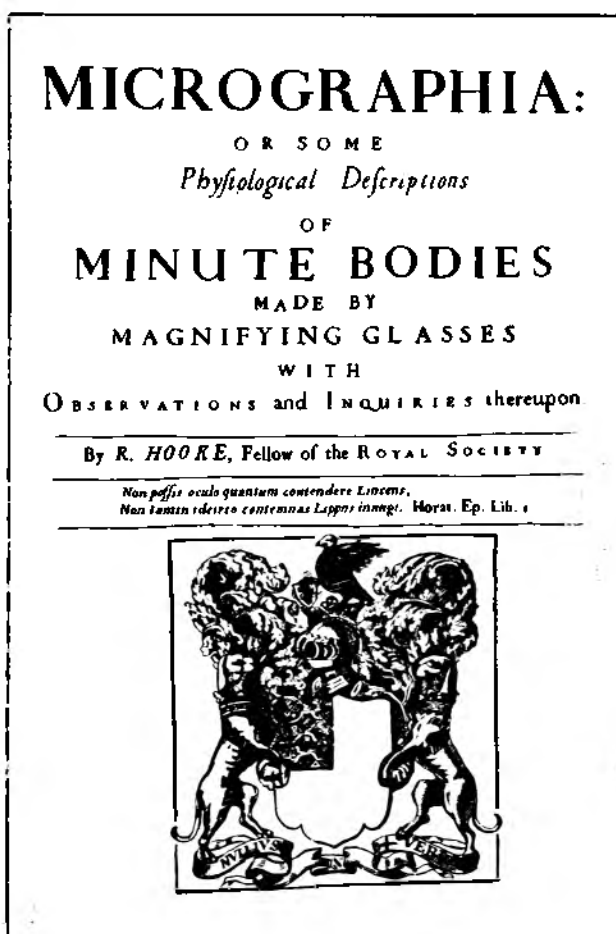
Русский царь Петр I, путешествуя за границей, в 1698 г. посетил Левенгука, познакомился с его открытиями и приобрел у него микроскоп. Так появился первый микроскоп в России.

В 40-х годах XVIII века русский ученый М. В. Ломоносов впервые применил микроскоп в химических исследованиях, а также в исследовании листьев, древесины, пробки.

В 70-х годах XVIII столетия в Петербурге при Академии наук уже работали мастерские по изготовлению микроскопов. Работой руководили бывший часовой мастер из Нижнего Новгорода И. П. Кулибин и мастер И. И. Беляев.

Несмотря на то что в XVII—XVIII веках теория и практика научного применения микроскопа достигли расцвета, микроскопия оказалась в тупике. Было признано, что наступил предел дальнейшим усовершенствованиям микроскопа,

8. Книга Р. Гука, напечатанная в 1665 г.



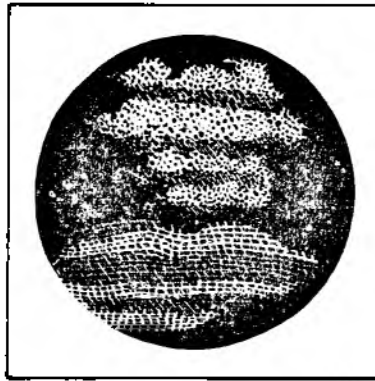
что обнаружили непреодолимые препятствия — хроматическая и сферическая aberrации. Знаменитый Ньютон, основываясь на своих опытах, также пришел к убеждению, что уничтожить хроматическую aberrацию невозможно. Положение это объяснялось отсталой техникой производства оптических стекол.

И действительно, как только в начале XIX века были применены оптические стекла нового состава, произведены расчеты нового сложного объектива и т. п., усовершенствование микроскопа быстрыми шагами пошло вперед, разрушив песимизм XVII века.

В настоящее время уже достигнуто предельное максимальное увеличение светового микроскопа; оно равняется 4175 (объектив $\times 167$ и окуляр $\times 25$). Современный, изобретенный около 25 лет назад, электронный микроскоп дает увеличение в сотни тысяч раз. Вместо оптических линз электронный микроскоп имеет магниты, которые управляют потоком электронов. Посредством электронного микроскопа удастся рассмотреть такие мельчайшие объекты, как вирусы и бактериофаги. Световой и электронный микроскопы требуют специальной техники приготовления препарата (фиксация, резка на микротоме, окраска) и на полученных препаратах рассматриваются срезы убитого объекта.

9. Клетки, зарисованные в 1665 г. Гуком

Вверху — срез сердце-
вины бузины, внизу —
срез пробки. Увеличе-
ние в 70 раз.



В последние годы изобретен фазово-контрастный микроскоп, позволяющий рассматривать живой объект. В СССР изготавливаются все типы микроскопов.

Понятие о клетке

Во второй половине XVII столетия микроскоп был впервые использован в науке. Было открыто, как уже говорилось выше, ячеистое строение растительных и животных тканей. С тех пор за ячейкой утвердилось название клетки.

Сначала главным в клетке считалась оболочка. Содержимое клетки при слабых увеличениях того времени не было видно. Позднее содержимое клетки, протопласт, стал считаться главным. Теперь клеткой называется отдельная частица цитоплазмы с ядром и различными органоидами (органеллами) в ней, обычно у растений заключенная в оболочку. В клетке совершаются жизненные процессы, отличающие живое существо от неживого; клетка способна реагировать на раздражения, питаться, дышать, расти, размножаться.

Простейшие организмы, как растительные, так и животные, состоят из одной клетки. Это одноклеточные организмы. Многоклеточные организмы или их органы состоят из множества клеток. Так, лист яблони состоит приблизительно из 50 млн. клеток.

Форма, величина и строение клеток

По форме растительные и животные клетки бывают крайне разнообразными: овальными, звездчатыми, веретеновидными. У одноклеточных организмов клетки обычно приближаются к шарообразной форме. У многоклеточных растений клетки бывают чаще многогранными, причем различаются две категории клеток: многогранные, приближающиеся к кубу, — так называемые паренхимные клетки, и многогранные вытянутые, заостренные на концах, — так называемые прозенхимные

клетки. Бывают и растительные клетки без постоянной формы, не имеющие оболочки, которая обычно сохраняет их форму, как, например, клетки плазмодия слизевиков.

В большинстве случаев клетки настолько малы, что их не видно даже через лупу, а надо рассматривать под микроскопом. Они измеряются микронами и имеют обычно от 1 до 100 μ в поперечнике.

Один микрон (1 μ) равен 0,001 мм. Чтобы реально представить себе, насколько малы клетки и насколько мал 1 μ , возьмем книгу, отсчитаем в ней столько листов, чтобы в толщину они составляли 1 см; их будет около 80. Толщина 80 листов бумаги составляет 1 см, или 10 000 μ . Следовательно, толщина одного листа бумаги равняется 125 μ .

В природе растительные и животные клетки по величине очень варьируют. Встречаются и гигантские, и мельчайшие, невидимые даже через микроскоп клетки.

Примером гигантских клеток могут быть клетки мякоти арбуза, яблока, лимона. Если рассматривать тонкий ломтик арбуза на свет, то клетки можно видеть в виде мельчайших пузырьков невооруженным глазом; они достигают 1 мм в диаметре. Вареный картофель рассыпается на мелкие крупинки; это крупные клетки. Некоторые виды амёб достигают в диаметре 2 мм. Тончайшие длинные волоски на семенах хлопчатника — это вытянутые клетки; они достигают в длину 6,5 см. Клетки (лубяные волокна) прядильного растения рами имеют длину свыше 20 см. Длина нервных клеток может достигать 1 м и более.

Примером мельчайших одноклеточных найденных в природе организмов могут служить виды микоплазмы, например *Mycoplasma laidlawii*. Это организмы, подобные возбудителю плевропневмонии крупного рогатого скота. Они впервые были замечены еще Пастером. Последующее изучение клеток микоплазмы показало, что они имеют в диаметре около 1000 Å (Å — ангстрем — равен одной десятиллионной части миллиметра или 0,0001 μ), т. е. по своей величине занимают промежуточное положение между атомом (диаметр атома водорода равняется Å) и клеткой простейшего (диаметр около 1 000 000 Å). Клетки микоплазмы мельче многих крупных вирусов, проходят через фарфоровые фильтры.

Главными составными частями как растительной, так и животной клетки являются: жидкая слизистая цитоплазма, погруженное в нее более плотное ядро, в котором помещаются хроматиновые нити, эндоплазматическая сеть или эндоплазматический ретикулум, рибосомы, сетчатый аппарат Гольджи, митохондрии или хондриосомы, лизосомы и микросомы.

Только в растительных клетках имеются пластиды.

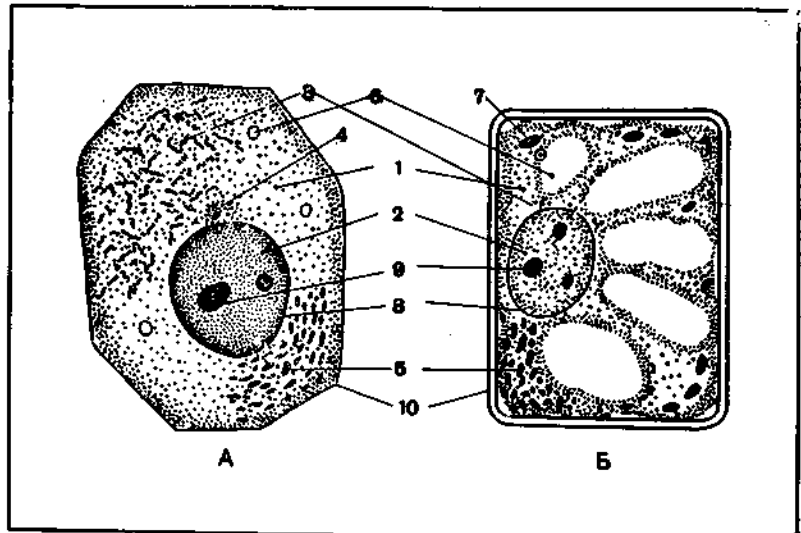
В клетке животных и низших растений наблюдается еще центросома.

Перечисленные составные части клетки, постоянно в ней присутствующие и выполняющие определенные жизненные функции, называют органоидами или органеллами. Они являются живыми, главными составными частями клетки. Совокупность органоидов, т. е. живых частей клетки, называют протопластом.

Оболочка растительной клетки является продуктом жизнедеятельности протопласта. По мере роста клетки в цитоплазме появляются полости, заполненные клеточным соком с растворенными в нем веществами: это так называемые вакуоли.

10. Схематическое строение животной (А) и растительной (Б) клетки, видимое посредством светового микроскопа.

- 1 — цитоплазма;
- 2 — ядро;
- 3 — аппарат Гольджи;
- 4 — центросома;
- 5 — хондриосомы, или митохондрии;
- 6 — вакуоли;
- 7 — хлоропласт;
- 8 — ядерные оболочки;
- 9 — ядрышки;
- 10 — клеточная оболочка.



Наконец, в клетке могут быть запасные питательные вещества (например, крахмальные зерна, белковые кристаллы, капельки жира) и экскреторные вещества (отбросы), например кристаллы (рис. 10 и 11). И те, и другие носят название включений в протопласт.

Среди низших растений встречаются так называемые неклеточные растения, например зеленая водоросль каулерпа (рис. 12). Ее тело, достигающее десятков сантиметров, расчленено на стеблевидные, листовидные и корневидные части, но имеет только одну внутреннюю полость, содержащую многоядерный протопласт.

Есть и доклеточные организмы, тело которых не имеет клеточного строения. Примером таких доклеточных организмов являются вирусы (впрочем, посредством электронного микроскопа обнаружена уже сложная структура вирусов).

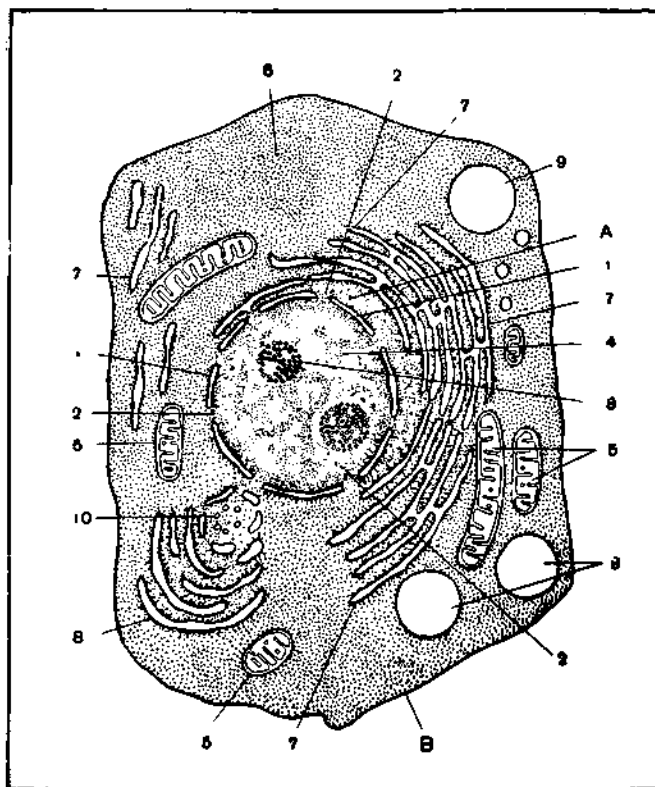
Цитоплазма

Цитоплазма, как уже говорилось выше, является одной из главных составных частей клетки. Цитоплазма представляет зернисто-слизистое прозрачное бесцветное вещество коллоидного характера.

В молодых клетках цитоплазма и ядро заполняют почти все пространство клетки. Клеточный сок как в растительных, так и в животных клетках помещается в мелких малозаметных вакуолях. По мере роста и старения растительной клетки вакуоли увеличиваются, сливаются и становятся крупными, хорошо заметными под микроскопом. Часто в растительных клетках вакуоли сливаются в одну крупную, занимающую почти весь объем клетки, а цитоплазма тонким слоем помещается по внутренней стороне клеточной оболочки в виде цитоплазматического мешочка (рис. 13).

11. Схематическое строение животной клетки, видимое посредством электронного микроскопа.

- 1 — ядерная оболочка;
- 2 — поры в оболочке;
- 3 — ядрышко;
- 4 — карิโอплазма;
- 5 — хондриосомы, или митохондрии;
- 6 — рибосомы (точнее во всей цитоплазме);
- 7 — эндоплазматический ретикулум;
- 8 — аппарат Гольджи;
- 9 — вакуоли;
- 10 — центросома.



Химический состав

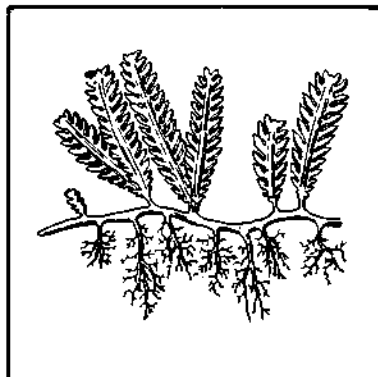
Химический состав цитоплазмы непостоянный и очень сложный. Она является смесью главным образом белков и их соединений с другими веществами, нуклеиновых кислот, жиров и жироподобных веществ, углеводов, неорганических веществ, воды, составляющей часто 90% и более ее массы. Реакция цитоплазмы близка к нейтральной.

Белки, или протеины, — высокомолекулярные органические вещества. Их элементарный состав непостоянен. Они обычно состоят из углерода, водорода, кислорода, азота и серы. Их макромолекулы очень сложны. Например, молочный белок имеет формулу: $C_{1864}H_{3012}O_{376}N_{468}S_{21}$. Белки составляют около 70% сухого веса цитоплазмы.

Гигантские, построенные в форме цепей, макромолекулы белка являются высокополимерными, т. е. образованными повторяющимися много раз (сотни, тысячи) звеньями — аминокислотами. Повторяющиеся многократно звенья — аминокислоты — различны.

Аминокислоты в белковых молекулах находятся в очень больших количествах, в различных пропорциях и расположены в разной последовательности. Поэтому белковые молекулы практически бесконечно разнообразны. Например, молекула белка фермента рибонуклеазы, имеющая молекулярный вес около 15 000, образована 15 различными аминокислотами, повторяющимися разное количество раз и составляющими в сумме 124 аминокислоты молекулы (рис. 14). У различных видов растений и животных, а также в разных органах и тканях одного и того же организма наблюдаются

12. Неклеточная водоросль каулерпа (уменьшено).



различные белки. В состав молекул белков могут входить от нескольких до 25 различных аминокислот.

Различают три структуры белковых молекул: первичную, характеризующуюся последовательностью аминокислот в полипептидных цепях молекулы, вторичную, характеризующуюся изгибами полипептидных цепей молекулы, и третичную, характеризующуюся складками цепей молекулы (трехмерность).

Структурную основу цитоплазмы составляют фибриллы, являющиеся скоплениями (пучками) мицелл, в свою очередь представляющих пучки белковых молекул.

Белки способны соединяться с разнообразными веществами небелковой природы, образуя протеиды, например липопротеиды (соединения липидов с белками), нуклеопротеиды (соединения нуклеиновых кислот с белками), фосфопротеиды (соединения фосфорной кислоты с белками), хромопротеиды (соединения пигментов гема, хлорофилла и других с белками) и т. д.

Ферменты и некоторые гормоны являются белками. Белковые тела — основа жизни. Ф. Энгельс в «Диалектике природы» писал: «Жизнь — это способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка»¹.

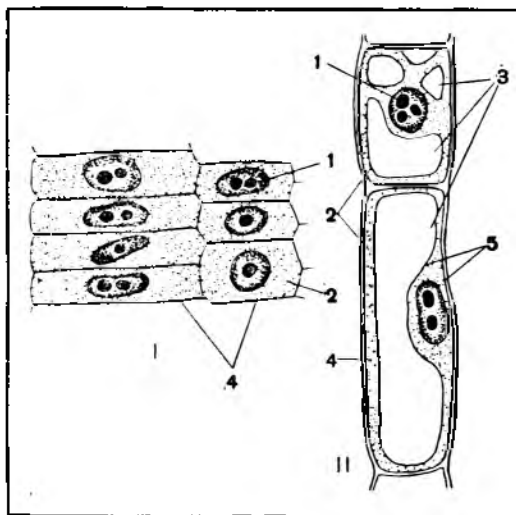
Нуклеиновые кислоты состоят из углерода, кислорода, водорода, азота и фосфора. Нуклеиновыми они называются потому, что впервые, еще в прошлом столетии, были получены из ядер клеток (по-латыни «нуклеус» — ядро). Рибонуклеиновые кислоты (РНК) содержатся в цитоплазме и ядре. Их молекулярный вес колеблется от 30 000 до 2 000 000 и более. Дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК) содержатся преимущественно в ядре. Их молекулярный вес достигает десятков миллионов.

Подобно тому как макромолекулы белка состоят из аминокислот, макромолекулы РНК и ДНК состоят из нуклеотидов. Нуклеотид состоит из азотистого основания (аденина или гуанина, или тимина, или цитозина у ДНК и аденина или гуанина, или урацила, или цитозина у РНК), углеводного ос-

■ ¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы. Госполитиздат, 1965, стр. 264—265.

13. Цитоплазма в молодых (I) и старых (II) клетках.

- 1 — ядро;
2 — цитоплазма;
3 — вакуоль;
4 — оболочка;
5 — гиалиновый слой
цитоплазмы (схема).



татка — сахара (дезоксирибозы у ДНК и рибозы у РНК) и остатка фосфорной кислоты. Нуклеотиды могут отличаться друг от друга своими азотистыми основаниями. Нуклеотиды, соединяясь друг с другом, образуют цепь, которая и является макромолекулой ДНК или РНК. Разные нуклеотиды в молекулах нуклеиновых кислот могут находиться в различных пропорциях и быть расположенными в разной последовательности. Поэтому молекулы нуклеиновой кислоты крайне разнообразны; это разнообразие практически бесконечно.

Жиры, или липиды, и углеводы состоят из углерода, водорода и кислорода, но в жирах меньше кислорода. Соединения жиров с другими веществами образуют высокомолекулярные жироподобные вещества, или липоиды, содержащие фосфор.

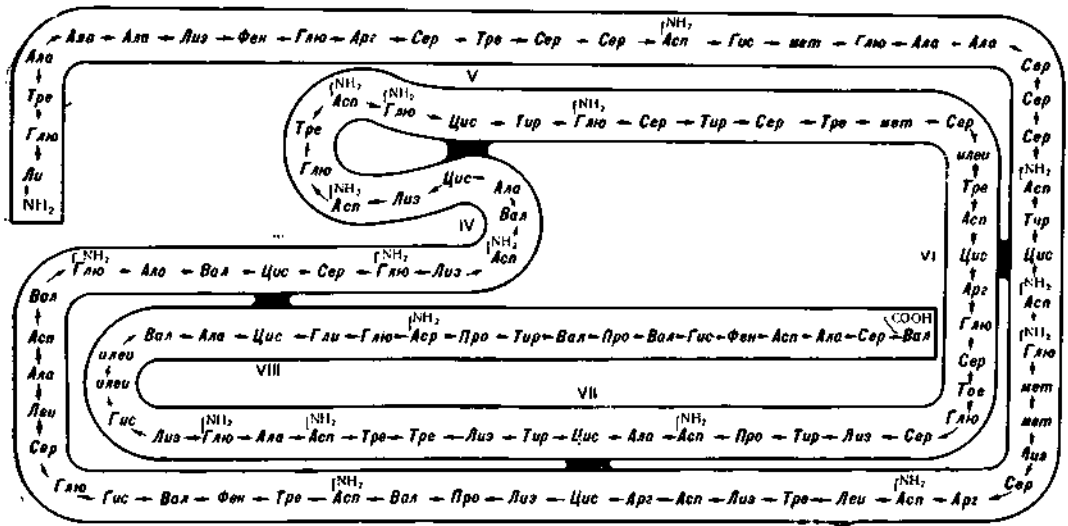
Соединения жиров с белками образуют так называемый липопротеиновый комплекс цитоплазмы.

В цитоплазме много воды (70—90%). В клетках семян и спор цитоплазма значительно обезвоживается и становится по своей консистенции твердой или полутвердой (гель); увлажняясь, цитоплазма переходит снова в жидкое, коллоидное состояние (золь).

По физическому состоянию цитоплазма является коллоидным раствором, т. е. таким раствором, в дисперсионной среде (растворителе) которого растворенные вещества не распадаются до молекул или ионов, как это бывает в истинных растворах, а остаются в виде относительно крупных (величиной в сотые доли микрона) взвешенных частиц или представляют гигантские макромолекулы. Эти взвешенные в растворе коллоидные частицы вещества можно видеть в ультрамикроскоп, т. е. если через раствор пропустить луч света, который в таком случае отражается коллоидными частицами и делает их заметными.

На этом способе наблюдения коллоидных частиц посредством отраженного света, впервые описанном М. В. Ломоносовым в 1740 г., основан ультрамикроскоп, изобретенный в начале XX столетия.

14. Структура молекулы фермента рибонуклеазы.



Расшифрована последовательность 124 аминокислот (аланин, аргинин, аспарагин, валин, гистидин, глицин, глютамин, изолейцин, лейцин, лизин,

метионин, пролин, серин, тирозин, треонин, фенилаланин, цистин) (на рисунке приводятся только три первые буквы названия аминокислоты).

Плазмалемма и тонопласт

В тонком поверхностном слое цитоплазмы, или плазмалемме, и в тонком слое, ограничивающем вакуоль, или тонопласте, цитоплазма не имеет зернистого строения и потому представляется более светлой, прозрачной и носит название плазматической мембраны, или гиалинового слоя (см. рис. 13).

Плазматическая мембрана, как показало изучение ее под электронным микроскопом, имеет сложное строение. Она состоит из большого числа чередующихся слоев молекул липида и белка. Толщина плазматической мембраны составляет 75—100 А.

Тонопласт и плазмалемма связаны с эндоплазматической сетью. Плазматическая мембрана играет важную роль в процессах обмена веществ протопласта с окружающей его средой, пропуская или не пропуская через себя растворы тех или иных веществ. Например, красящие вещества клеточного сока в вакуолях клеток корня столовой свеклы не могут проникать из вакуолей через тонопласт в цитоплазму, а из нее затем наружу потому, что плазматическая мембрана не пропускает их через себя.

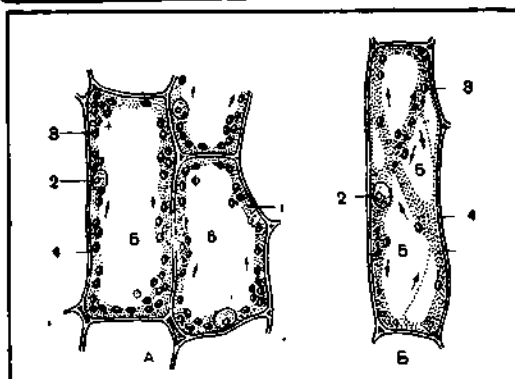
Цитоплазма в клетках находится в движении. Часто это движение медленное и потому незаметное. Иногда внешние условия (например, низкая температура) тормозят движение цитоплазмы или останавливают его. При благоприятных условиях движение цитоплазмы достигает 7 см в час и более. Если учесть, что это движение происходит в микроскопически малой клетке, то станет понятным, что цитоплазма в течение часа может передвинуться через всю клетку сотни раз.

Движение цитоплазмы бывает двух родов: вращательное или круговое, и струйчатое. При вращательном движении цитоплазма перемещается вдоль стенок клетки по кругу, унося с собой ядро, хлоропласты и другие органоиды, но иногда

Движение цитоплазмы

15. Движение цитоплазмы.

А — вращательное движение в клетках листа валлиснерии;
 Б — струйчатое движение в клетке тычиночной нити традесканции.
 1 — цитоплазма;
 2 — ядро;
 3 — хлоропласт;
 4 — оболочка;
 5 — вакуоль. Увеличение в 300 раз. Стрелками показано направление движения.



ядро остается неподвижным. Направления движения в двух соседних клетках могут быть противоположными. При струйчатом движении цитоплазма перемещается от оболочки к центру клетки и наоборот (рис. 15). Плазмалемма и тонопласт неподвижны.

Подходящими объектами для наблюдения движения цитоплазмы являются листочки водяного растения элодеи или листочки валлиснерии спиральной (вращательное движение), жгучие волоски крапивы или корневые волоски (струйчатое движение).

В цитоплазме непрерывно происходят многочисленные реакции, дающие свыше сотни тысяч различных химических веществ, непрерывно распадающихся и вновь создающихся; все эти превращения управляются тысячами ферментов.

Ядро

Ядро (лат. «нуклеус», греч. «карпос»), как и цитоплазма, является главной составной частью клетки. Ядро в растительной клетке открыто в 1831 г. английским ботаником Р. Броуном.

Ядро, как и цитоплазма, обычно бесцветно и прозрачно. Но оно плотнее цитоплазмы и потому преломляет лучи, проходящие через него, и заметно под микроскопом. Однако для подробного изучения ядра необходимо специальное приготовление препарата (фиксация и окрашивание).

В большинстве случаев ядра имеют шарообразную или эллиптическую форму. Встречаются ядра и иной формы — вытянутые, звездчатые и др. По величине ядра очень варьируют, от 1 μ (например, у плесневых грибов) до 1,5 мм и более (у лилий и орхидей).

Обычно в клетке имеется одно ядро. Бывают клетки с двумя, тремя и большим числом ядер; много ядер наблюдается в клетках некоторых видов зеленых водорослей и некоторых видов грибов. В молодой клетке ядро крупное, занимает четверть или даже треть объема клетки, находится в центре (см. рис. 13). В старой растительной клетке, в которой обычно центр занят большой вакуолью, ядро находится при стенке

клетки, в постенном слое цитоплазмы. Иногда ядро пассивно перемещается в клетке движущейся цитоплазмой, иногда оно неподвижно и движущаяся цитоплазма обтекает его. Ядро может проявлять активное движение, перемещаясь, например, к месту разрыва, ранения оболочки клетки. Замечено, что ядро возвращается.

**Ядерная
оболочка**

Ядро имеет белково-липидную оболочку.

Посредством электронного микроскопа обнаружено, что ядерная оболочка, или мембрана, является двойной; наружный слой ее пронизан мельчайшими порами, имеющими около 500 Å в диаметре. Оболочка ядра связана с эндоплазматической сетью цитоплазмы.

**Кариолимфа,
хроматин
и ядрышки**

Внутреннее пространство ядра заполнено ядерной плазмой, или кариоплазмой, или нуклеоплазмой, состоящей из ядерного сока, или кариолимфы, и хроматина, в виде сети пересекающихся тонких нитей и зерен; кроме того, ядро содержит одно или несколько ядрышек. Хроматин и ядрышки резко выступают на специально приготовленных препаратах, на которых они хорошо окрашиваются так называемыми ядерными красками. Во время деления клетки, когда ядрышек уже нет, хроматиновое вещество приобретает форму четко выраженных хромосом, с чем мы и познакомимся ниже, рассматривая процесс деления клетки. Там мы увидим, что для каждого вида характерно постоянное число хромосом, сохраняющих определенную величину и форму.

В некоторых случаях хромосомы наблюдаются и в покоящихся ядрах, в виде клубка тончайших нитей.

В ядрышке наблюдается клубок тонких нитевидных телец, нуклеолоном, состоящих из более элементарных нитей, нуклеонем, толщиной 80—100 Å. В нем постоянно протекают процессы синтеза и распада.

По химическому составу ядро, как и цитоплазма, белковой природы, но отличается от цитоплазмы наличием ДНК. Хроматин состоит из белка, ДНК и РНК. Ядрышки состоят преимущественно из РНК и белков, по-видимому, синтезирующихся в них.

По физическому состоянию ядро коллоидной природы.

У некоторых видов бактерий и синезеленых водорослей — этих простейших растительных организмов — ядро в морфологическом смысле не выражено, но много ядерных веществ, находящихся в центральной части клетки.

Очевидно, появление ядра в клетке в процессе эволюции произошло позже.

Первостепенную роль ядра в жизнедеятельности клетки доказывают интересные опыты русского ботаника И. И. Герасимова, сделанные им в конце XIX столетия. Влияя на делящиеся клетки зеленой водоросли спирогиры низкой температурой, И. И. Герасимов вызывал нарушение нормального деления клеток и в результате получал клетки без ядра и клетки с двумя ядрами. Клетки без ядра в дальнейшем довольно скоро погибали. Клетки с двумя ядрами продолжали жить и отличались большими размерами.

Во всякой клетке ядро образуется путем деления старого ядра.

Эндоплазматическая сеть, рибосомы, аппарат Гольджи, митохондрии, лизосомы и микросомы

Эндоплазматическая сеть

При изучении клеток растительного и животного происхождения посредством современного электронного микроскопа в цитоплазме была открыта эндоплазматическая сеть, или эндоплазматический ретикулум. Это система внутренних белково-липидных мембран толщиной 30—40 Å, образующая многочисленные трубочки, мешочки и каналы, соединяющие различные участки цитоплазмы между собой и с ядром (см. рис. 11). По этим каналам, возможно, происходит передвижение некоторых веществ от наружной мембраны клетки к мембране ядра. Пространства между мембранами заполнены более или менее однородной плазмой — цитоплазматическим матриксом. Вообще для ускорения разнообразных реакций, протекающих на поверхности мембран, необходимо максимально увеличить их поверхность, сохраняя минимальную величину органоида; это достигается путем образования многочисленных мембран, складчатости, подобно книге минимальной величины с массой страниц и букв.

На активных поверхностях мембран цитоплазматического ретикулума протекают всевозможные биохимические реакции, часто противоположные в различных участках цитоплазмы.

На внутренних мембранах эндоплазматической сети наблюдаются мелкие, покрывающие поверхность мембраны, шарообразные гранулы, имеющие в диаметре 100—350 Å, — рибосомы. Они состоят из РНК и белка. Обычно рибосомы группируются по 5—70; тогда такие группы называются полирибосомами. В полирибосомах происходит синтез белка.

Аппарат Гольджи

Сетчатый аппарат Гольджи (см. рис. 11) состоит из мембран толщиной около 60 Å, расположенных парами параллельно друг другу и образующих цистерны, пузырьки (диаметром 300—500 Å), вакуоли (диаметром 0,2—0,3 μ). Аппарат Гольджи обычно соединен с эндоплазматической сетью, часто располагается возле ядра. Некоторые цитологи полагают, что аппарат Гольджи играет роль в образовании новых мембран эндоплазматической сети, что он принимает участие в процессах выработки секретов клетки. Недавно доказано участие аппарата Гольджи в образовании перегородки в растительной клетке при ее делении. При размножении клеток делением аппарат Гольджи также подвергается делению.

Митохондрии

Митохондрии, или хондриосомы (от греч. «митос» — нить и «хондром» — зернышко), представляют собой бесцветные тельца, рассеянные в цитоплазме клетки. Они имеют форму зернышек, палочек, нитей и достигают в длину 15 000 Å и в диаметре 500 Å. Общее количество митохондрий в клетке колеблется от 50 до 5000.

Митохондрия имеет оболочку, составленную внешней и внутренней мембранами. Внутренняя мембрана образует внутрь тельца митохондрии выступы, называемые гребнями,

или кристами (см. рис. 11, 5). Наружная поверхность внешней мембраны и внутренняя поверхность внутренней мембраны покрыты массой мелких частиц. Между мембранами находится жидкое содержимое — матрикс, не обнаруживающее никакой структуры при электронном микроскопировании, представляющее, очевидно, вещества в состоянии золя.

Мембраны митохондрий имеют более сложное строение, чем цитоплазматические. Они построены из двух веществ: структурного белка ($\frac{4}{5}$ по весу) и липидов ($\frac{1}{5}$ по весу). Митохондриальную мембрану можно представить себе в виде слоев, в которых чередуются молекулы белка и фосфолипидные мицеллы. Как показывают анализы, митохондрии состоят в основном из белков (65—70%) и липидов (25—30%). Кроме этого, они содержат некоторое количество РНК и ДНК, а также различные ферменты.

Митохондрии размножаются делением, но, по-видимому, способны возникать из других мембранных структур клетки. В последнее время установлено, что в митохондриях происходят окислительные реакции, дающие клетке энергию. Митохондрии являются как бы «органами дыхания клетки». Для жизни клетки необходим непрерывный приток свободной энергии. В процессе своей жизнедеятельности клетка использует энергию, заключенную в фосфатных связях аденозинтрифосфата (АТФ). Молекулы АТФ переносят свободную энергию, полученную за счет питательных веществ или солнечного света, от центров фотосинтеза или дыхания во все места клетки. Молекула АТФ теряет один остаток (концевой) фосфорной кислоты, отдает энергию и переходит в аденозиндифосфат (АДФ).

В процессе фотосинтеза и при поступлении энергии от реакций распада органических веществ в митохондриях протекает «зарядка» аденозинфосфатной системы — молекула АДФ переходит в молекулу АТФ. В термодинамике молекулы АТФ можно рассматривать как богатую энергией, как «заряженную» форму носителя энергии. АДФ можно рассматривать как бедную энергией, как «разряженную» форму.

Интересно отметить, что мембраны в гранах хлоропластов имеют такое же строение, как и мембраны митохондрий. Таким образом, существует сходство в строении двух главных «силовых станций», одна из которых запасает энергию в фосфатных связях АТФ, а другая превращает энергию, заключенную в питательных веществах, в энергию АТФ. В итоге клетка получает около 50% всей освободившейся при окислении энергии в форме энергии фосфатных связей. Это очень высокий коэффициент полезного действия. Использование около 50% освободившейся энергии является недостижимым в технике, где обычно используется не более 33% тепловой энергии.

Лизосомы и микросомы

Лизосомы были открыты в 1955 г. посредством электронного микроскопа. Они представляют собой крайне разнообразные по величине и форме тельца. Лизосомы содержат переваривающие ферменты, которые разрушают макромолекулы жиров, белков, нуклеиновых кислот; получившиеся остатки этих макромолекул окисляются в дальнейшем ферментами митохондрий.

Микросомы — гранулы, зернышки в цитоплазме, состоящие из липидов, белков и РНК. Микросомы еще мало изучены.

Пластиды

Пластиды наблюдаются только в растительных клетках и находятся в цитоплазме рассеянными по всей клетке. Грибы, бактерии, слизевики, синезеленые водоросли не имеют пластид. В клетке листа семенного растения насчитывается 20—100 пластид. В низшем одноклеточном растении обычно одна пластид. Пластиды мелкие, величина их в клетках семенных растений от 1 до 12 μ . Так как пластиды более плотны, чем цитоплазма, то их видно под микроскопом и тогда, когда они бесцветны.

Пластиды делятся на три вида: 1) хлоропласты, или хлорофилловые зерна (зеленого цвета), 2) хромопласты (желтого, оранжевого и красного цвета) и 3) лейкопласты (бесцветные). Окрашенные пластиды у водорослей называются хроматофорами. Одни виды пластид могут превратиться в другие. Все виды пластид размножаются простым делением.

Хлоропласты

Хлоропласты характерны для зеленых клеток растений. Они имеют обычно округлую, дисковидную форму (см. рис. 4).

Состоят хлоропласты из бесцветной полужидкой основы — стромы, белково-липидного состава и пигментов. Снаружи хлоропласт покрыт двойной мембраной также белково-липидного состава. Из пигментов преобладает пигмент зеленого цвета — хлорофилл. Молекулы хлорофилла собраны в дискообразных пластинках — ламеллах толщиной 70 Å. Ламеллы проходят через все тело хлоропласта, а местами собраны в стопки — гранулы, или граны, которые заключают в себе молекулы хлорофилла. Число гранул в хлоропластах колеблется от 20 до 200.

Хлоропласт подобен электрической батарее, а отдельные гранулы подобны отдельным элементам батареи, состоящим из мембран, или пластин (ламелл). Мы выше уже рассмотрели роль хлоропластов в превращении энергии.

Хлорофилл у большинства растений образуется в клетке только на свету и при наличии железа и магния в почве. Листья петрушки, моркови, выросшие в темном погребе, имеют белый цвет потому, что в них не мог выработаться в темноте хлорофилл.

У разных видов водорослей наблюдаются разной формы хроматофоры, соответствующие хлоропластам высших растений: лентовидной (см. рис. 148), чашевидной (см. рис. 141), дисковидной, палочкообразной. Хлоропласты могут активно передвигаться в цитоплазме клетки.

Хлоропласты образуются из лейкопластов, что можно наблюдать, например, на клубнях картофеля, растущих на поверхности почвы и подвергающихся солнечному освещению, — освещенные места клубня приобретают зеленый цвет вследствие образования в их клетках зеленых хлоропластов из бесцветных лейкопластов. То же можно наблюдать на белых листьях моркови или петрушки, которые на свету начинают приобретать зеленый цвет.

Хлоропласты играют очень важную роль в жизни растения, осуществляя фотосинтез. В хроматофорах некоторых видов водорослей наблюдаются бесцветные тельца — пиреноиды, вокруг которых откладывается крахмал.

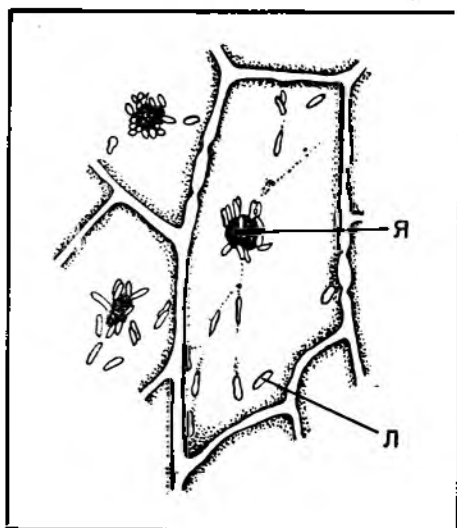
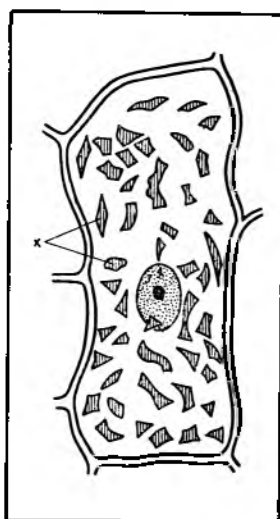
16. Клетка лепестка настурции. 17. Клетка листа безвременника.

К рис. 16

х — хромопласты. Увеличение в 400 раз.

К рис. 17

я — ядро; л — лейкопласт. Увеличение в 400 раз.



Хромопласты

Хромопласты обычно имеют шарообразную, трехгранную или иглообразную форму (рис. 16). Наблюдаются они главным образом в вегетативных органах растения, цветках, плодах, обуславливая их окраску. Цвет хромопластов зависит от присутствующих в них пигментов каротиноидов: желтого каротина ($C_{40}H_{56}$), желтого ксантофилла ($C_{40}H_{56}O_2$), бурого фукоксантина и др. Этими пигментами обуславливается окраска плодов помидора, красного перца, шиповника, рябины, абрикоса, мандарина, окраска корнеплода моркови, окраска лепестков желтой лилии, настурции, окраска бурых водорослей и др. Некоторые каротиноиды в организме человека, окисляясь, расщепляются и образуют витамин А.

Хромопласты образуются из хлоропластов, что можно видеть на созревающих, сначала зеленых, потом окрашивающихся в оранжевый или красный цвет, плодах помидора, перца и др. Это легко наблюдать осенью, когда желтеют и краснеют зеленые листья деревьев. В зеленых хлоропластах, помимо зеленого пигмента, имеются пигменты желтого и красного цвета, но они маскируются зеленым пигментом и не видны. Когда же осенью зеленый хлорофилл разрушается, желтый и красный пигменты становятся заметными, и хлоропласты становятся хромопластами. Но хромопласты могут превращаться и обратно в хлоропласты. Так, верхняя часть корнеплода моркови, не прикрытая землей в поле или подвергающаяся воздействию солнечного света, зеленеет, в ее клетках оранжевые хромопласты превращаются в зеленые хлоропласты.

Лейкопласты

Лейкопласты встречаются во всех органах растения. Они мелкие, имеют шарообразную или веретенообразную, или палочкообразную форму (рис. 17). В клубнях и корневищах растений при отсутствии света лейкопласты могут откладывать в себе вторичный крахмал. При этом лейкопласт растягивается, лопается и, в конце концов, остатки его тончайшей оболочки остаются на поверхности крахмального зерна.

Пластиды образуются из пропластид, сходных с митохондриями.

Центросома

В клетках животных и низших растений обнаружена центросома (см. рис. 11), состоящая из центросферы с одной или двумя цилиндрическими центриолями в середине. Центриоли играют существенную роль при делении ядра, расходясь в противоположные стороны ядра и образуя полюсы веретена (см. рис. 32). Электронный микроскоп показал, что центросома складывается из 11 волокон, 2 из которых расположены в центре, а 9 — по периферии центросомы. Центросома делится.

Познакомившись с функциями цитоплазмы, ядра, пластид, хондриосом и других органоидов, мы видим, что эти составные части клетки являются чрезвычайно важными, обуславливающими обмен веществ между клеткой и внешней средой, т. е. самое главное свойство организма. Все прочие части клетки — оболочка, клеточный сок, запасные питательные вещества и др. — представляют продукты жизнедеятельности клетки и имеют второстепенное значение; их может и не быть в клетке. Однако при микроскопическом анализе лекарственных продуктов второстепенные части клетки имеют большое, решающее значение.

Клеточная оболочка

Как растительные, так и животные клетки снаружи имеют тонкую плазматическую мембрану. Растительные клетки, кроме плазматической мембраны (плазмалеммы), снаружи от нее обычно имеют относительно толстую и твердую клеточную оболочку, или клеточную стенку. Оболочка придает растительной клетке форму и прочность, она является как бы наружным скелетом клетки. Кроме того, оболочка играет защитную роль, предохраняя протопласт от высыхания, механических повреждений и т. п. Половые и некоторые другие клетки такой оболочки не имеют.

Оболочка растительной клетки состоит из целлюлозы, или клетчатки, относящейся к углеводам. В первичной оболочке содержится около 5%, а во вторичной — около 80% целлюлозы. Химическая формула целлюлозы $(C_6H_{10}O_5)_n$. Это полисахарид, как и крахмал. Однако показатель «n» больше и молекулярное строение сложнее, чем у крахмала. Целлюлоза не растворяется ни в горячей воде, ни в щелочах и кислотах, т. е. является очень стойким веществом (концентрированные соляная и серная кислоты разрушают целлюлозу, превращая ее в сахар). Растворителем целлюлозы является реактив Швейцера (раствор окиси меди в аммиаке). Реактивом для обнаружения клетчатки служит хлор-цинк-йод (йод в растворе хлористого цинка), дающий сине-фиолетовое окрашивание. Очищенная вата состоит из клеточных оболочек волосков семян хлопчатника (см. рис. 44) и является почти чистой целлюлозой.

Из целлюлозы приготовляются некоторые сорта бумаги, искусственный шелк (вискоза), киноплёнка, целлулоид, некоторые пластмассы, коллодий, взрывчатые вещества, лаки.

Целлюлозные волоски семян хлопчатника и лубяные волокна льна служат материалом для приготовления хлопчатобумажных и льняных тканей.

Молодые (эмбриональные) клетки или возникшие путем деления имеют тонкую первичную оболочку, состоящую преимущественно из пектиновых веществ коллоидного типа, относящихся также к углеводам. Первичные оболочки двух соседних клеток соединены между собой тонкой прослойкой межклеточного вещества — протопектина, образующего так называемую срединную пластинку. По мере роста и увеличения объема клетки происходит рост оболочки за счет выделения протопластом молекул целлюлозы. Оболочка складывается из субмикроскопических нитевидных частиц — микрофибрилл, расположенных в ней слоями. Каждая микрофибрилла образована молекулами целлюлозы и имеет в поперечнике 250—300 Å.

По мере роста объема клетки первичная клеточная оболочка растягивается, в ее толщу, между целлюлозными микрофибриллами, внедряются образованные протопластом новые молекулы клетчатки. Таким образом осуществляется рост оболочки путем внедрения. Помимо этого, в процессе роста и дифференцировки клетки происходит утолщение ее оболочки путем наложения со внутри новых слоев целлюлозы и формирования вторичной оболочки, достигающей часто значительной толщины, как, например, в клетках, выполняющих механическую функцию.

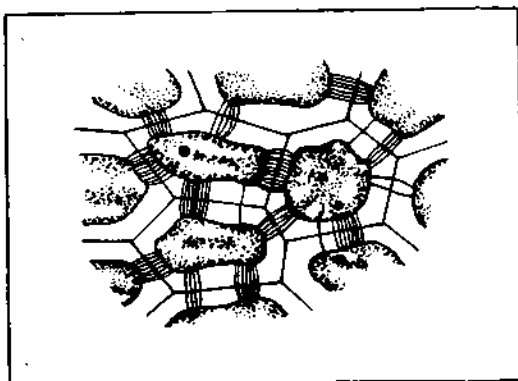
Расположение микрофибрилл целлюлозы в слоях вторичной оболочки имеет общее направление, обычно косое по отношению к большей оси клетки, но различное в разных ее слоях. Этим достигается особая прочность клеточных оболочек; межфибриллярные пространства ее содержат некоторое количество пектиновых веществ. Утолщение клеточной оболочки за счет образования вторичной происходит не по всей ее внутренней поверхности. В некоторых местах клеточной оболочки не происходит нарастания новых слоев и в этих местах она остается тонкой. Эти места в клеточной оболочке называются порами. В порах тонкая первичная оболочка клетки имеет мельчайшие отверстия, через которые проходят из одной клетки в другую тончайшие нити цитоплазмы, называемые плазмодесмами (рис. 18). Таким образом, протопласты клеток соединены между собой, и между ними может происходить обмен веществ, из одной клетки в другую могут передаваться раздражения.

В ряде случаев нарастание вторичной оболочки изнутри происходит не равномерно по всей поверхности, а особенно сильно местами. Так, в длинных трубчатых элементах древесины — сосудах — изнутри местами образуются утолщения оболочки: то кольцеобразные, то спиральные, то в виде сетки и т. п. Соответственно таким утолщениям оболочки и сосуды носят названия кольчатых, спиральных, сетчатых, лестничных и др. (см. рис. 51).

Рост клеточной оболочки может происходить не только изнутри клетки, а и снаружи. Так, на спорах, пыльцевых зернах, наблюдаются наружные наросты в виде бугорков, шипов, продолговатых утолщений и т. п. (см. рис. 204). Снаружи пыльцевые зерна получают утолщения тогда, когда они формируются в пыльниках, окруженные разрушающимися клетками выстилающего слоя и др.

18. Плазмодесмы в эндосперме семян хурмы.

Увеличение в 300 раз.

Химические
измерения
оболочек

Иногда в клеточных оболочках откладывается видоизмененная целлюлоза — гемицеллюлоза (полуклетчатка). Она служит запасным питательным углеводом и может с помощью ферментов превращаться в сахар. Много гемицеллюлозы откладывается в клеточных оболочках семян кофе, люпина и др.

В целлюлозной клеточной оболочке имеется масса ультрамикроскопических, не занятых целлюлозой, межмембранных пространств, которые могут заполняться различными веществами, выделенными протопластом. Эти вещества вызывают существенные изменения клеточной оболочки, как химические, так и физические, имеющие большое значение в жизнедеятельности клетки. Рассмотрим самые распространенные изменения клеточной оболочки.

Одревеснение оболочки обуславливается отложением в ней древесинного вещества лигнина. Вследствие одревеснения оболочки клеток становятся более твердыми, хрупкими, но обмен веществ через них не прекращается. Твердость и прочность, приобретаемые оболочками вследствие одревеснения, дают возможность деревьям достигать большой высоты (например, эвкалипты достигают 155 м), а ветвям деревьев — выдерживать на себе тяжесть листьев, плодов и др.

Древесина состоит главным образом из вытянутых трубчатых клеток с одревесневшими оболочками, так называемых сосудов. Хорошим реактивом для обнаружения одревесневших оболочек является флороглюцин с соляной или серной кислотой, придающий оболочке красный цвет.

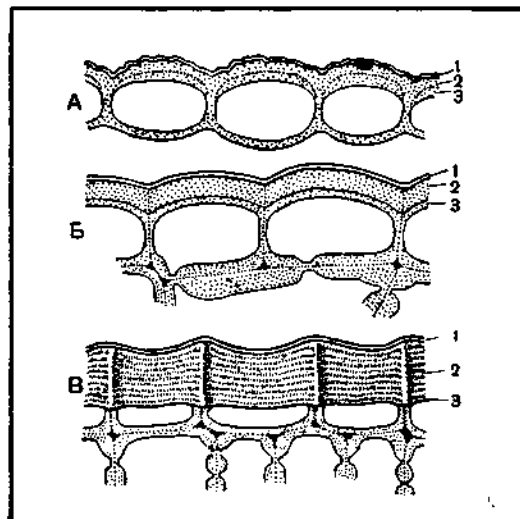
Опробкование оболочки объясняется отложением в ней суберина и химическим изменением самой целлюлозы. При этом оболочка делается непроницаемой для жидкостей и газов, а протопласт отмирает. Покровная ткань (пробка), состоящая из клеток с опробкованными оболочками, хорошо защищает растение от высыхания и не разрушается микроорганизмами. Бутиловая пробка состоит из мертвых клеток с опробкованными оболочками. Пробка снимается с коры пробкового дуба.

Реактивом для обнаружения опробкованных оболочек является концентрированный раствор едкого кали, в котором они окрашиваются в желтый цвет и впоследствии набухают.

Кутинизация оболочки обуславливается отложением преимущественно на внешней стенке клетки жироподобного вещества, сходного с суберином, — кутина. Кутинизированная

19. Поперечные срезы кожицы листа гвоздики (А), стебля кактуса (Б) и стебля клеины (В).

1 — кутикула;
2 — слой кутинизированной оболочки;
3 — целлюлозный слой оболочки.



оболочка не пропускает воду и газы. Много кутина обычно откладывается на наружных оболочках клеток кожицы, покрывающей листья, стебли и другие органы растения. Отложившийся таким образом слой кутина называется кутикулой (рис. 19). Часто на эпидерме образуется восковой налет. Беловатый восковой налет хорошо заметен на плодах сливы, терна, винограда и легко с них стирается. На листьях бразильской пальмы *Copernicia setifera* образуется слой воска толщиной 5 мм; воск собирают с листьев.

Реактивом для кутикулы является йод с серной кислотой или хлористым цинком, окрашивающий ее в желтый цвет. Действуют на нее и реактивы для жиров.

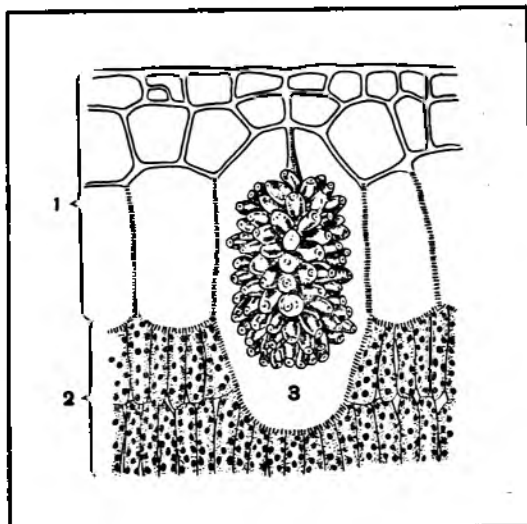
Споры грибов и пылевые зерна цветковых растений покрыты кутикулярной пленкой, состоящей из так называемого спорополленина. Спорополленин является очень стойким веществом и хорошо защищает споры и пыльцу от неблагоприятных влияний внешней среды.

Ослизнение клеточной оболочки происходит вследствие глубоких изменений целлюлозы. Ослизненная оболочка набухает в воде, увеличивая во много раз свой объем. Примерами являются ослизнения клеточных оболочек у семян льна, горчицы, айвы при их намачивании. Поэтому льняное семя применяется в медицине для припарок.

Минерализация клеточной оболочки обуславливается отложением в ней минеральных солей: кремнезема, углекислого кальция и др. Минерализация придает оболочкам особую твердость. Листья злаков и осок вследствие минерализации оболочек их клеток имеют настолько твердые края, что легко могут порезать кожу человека. Насколько же твердыми являются ости колосков пшеницы, ячменя и других злаков. Стебли хвоща очень богаты кремнеземом и поэтому часто употребляются вместо наждака. Микроскопически малые диатомовые водоросли имеют пропитанные кремнеземом оболочки, которые сохраняются после их смерти, и, оседая на дно водоемов, скопляются там в виде геологических отложений, трепелов.

20. Цистолит в клетке листа фикуса.

1 — кожица;
2 — столбчатая паренхима;
3 — цистолит в клетке
кожицы. Увеличение в
400 раз.



Иногда можно наблюдать выросты клеточной оболочки внутрь клетки. Такие выросты бывают пропитаны углекислым кальцием и кремнеземом. Их называют цистолитами. В клетках кожицы листа фикуса или крапивы двудомной такие цистолиты образуют сложные грозди (рис. 20). Отличаются по своему химическому составу клеточные оболочки грибов и бактерий. В них целлюлоза часто отсутствует. Они состоят в основном из белковых веществ, близких к хитину.

Образующиеся в процессе деления клетки многоклеточного растения плотно прилегают друг к другу. Впоследствии, округляясь, клетки местами разъединяются и возникают пространства, занятые водой, воздухом или пектиновыми веществами — межклетники (см. рис. 25, 50 и 58). При превращении межклеточного вещества (протопектина), крепко склеивающего клетки, в пектин они разъединяются и происходит мацерация. Естественная мацерация наблюдается в мякоти зрелых плодов дыни, груши и др., причем ткань становится рыхлой, распадается на клетки.

Вакуоли и клеточный сок

Вакуолью называется полость внутри цитоплазмы, ограниченная тонопластом и содержащая клеточный сок.

Клеточный сок является водным раствором многих органических и неорганических веществ. В животных и молодых растительных клетках имеются мелкие вакуоли, наполненные клеточным соком с высокой концентрацией растворенных в нем веществ. Мелкие вакуоли малозаметны. В старых растительных клетках обычно бывает несколько крупных или одна, занимающая почти все внутреннее пространство клетки, вакуоль с клеточным соком. Крупные вакуоли в старых клетках заметны, резко выделяются. Клеточный сок является продуктом жизнедеятельности протопласта.

Химический состав клеточного сока у разных видов растений различен. Он обычно имеет кислую, редко нейтральную и еще реже щелочную реакцию, например у огурца, тыквы, дыни. В нем встречаются разнообразные органические вещества: органические кислоты, углеводы, глюкозиды, танины, пигменты, алкалоиды, витамины и др., а также неорганические вещества: натриевые, калиевые, кальциевые, магниевые и др., соли азотной, фосфорной и других кислот, иногда также соли, содержащие йод и бром. Все эти вещества идут на питание клетки, на синтез различных более сложных органических веществ, либо представляют собой отбросы, конечные продукты жизнедеятельности. Воды в клеточном соке 70—95 %.

Органические кислоты

Органические кислоты или их кислые соли обуславливают кислую реакцию и кислый вкус клеточного сока. Чаще других встречаются щавелевая, яблочная, лимонная и винная кислоты.

Щавелевая кислота преобладает в листьях щавеля, ревеня, кислицы и др. Ее химическая формула: $\text{COOH}-\text{COOH}$. Соединяясь с кальцием, она дает разнообразные кристаллы щавелевокислого кальция. Много щавелевой кислоты добывается из торфа.

Яблочная кислота преобладает в плодах яблони, рябины, вишни, брусники, клюквы, томата, в клетках черешковолистев ревеня. В яблоках (сорт антоновка) содержится около 0,5% яблочной кислоты. Ее химическая формула: $\text{COOH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$.

Лимонная кислота преобладает в плодах лимона, лимонника, клюквы, красной смородины, брусники, в листьях табака. В лимоне (соке плода) содержится около 6% лимонной кислоты, в лимоннике — около 10%, в клюкве — до 3%, в листьях табака (махорки) — 8—14%. Ее химическая формула: $\text{COOH}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{OH})-\text{COOH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$. Лимонная кислота добывается главным образом из листьев табака (махорки). При переливании человеку крови для ее консервирования используется натриевая соль лимонной кислоты.

Винная кислота преобладает в плодах винограда и малины. В соке винограда около 0,3% винной кислоты. Ее химическая формула: $\text{COOH}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$.

В клеточном соке встречаются аминокислоты (а также растворимые белки) и другие органические кислоты.

Углеводы

Углеводы, представленные главным образом сахарами, обуславливают сладкий вкус клеточного сока. Чаще в растворенном виде в клеточном соке встречаются виноградный сахар и тростниковый — сахароза. Наименее сладким сахаром является виноградный. Тростниковый сахар в $1\frac{1}{2}$ раза, а плодовой — в $2\frac{1}{2}$ раза слаще виноградного. К углеводам, растворенным в клеточном соке, относится также и изомер крахмала — инулин. Углеводы в клеточном соке играют роль запасных питательных веществ.

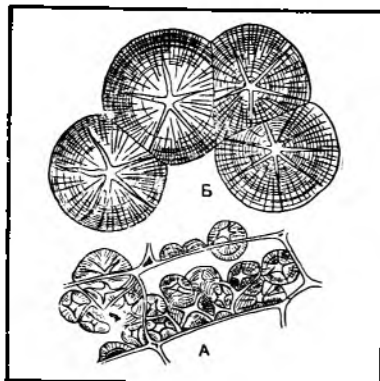
Глюкоза, или виноградный сахар, — простейший углевод. Чаще всего встречается в плодах растений, входит в состав меда. Глюкоза — твердое бесцветное кристаллизующееся вещество. Легко растворяется в воде. Химическая формула глюкозы: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Это простой сахар, или моносахарид.

В растениях при помощи ферментов часто происходит превращения глюкозы в крахмал и наоборот. Образовавшийся при фотосинтезе из глюкозы нерастворимый первичный крах-

21. Сферокристаллы инулина из клубня георгины. 22. Галлы на листе дуба.

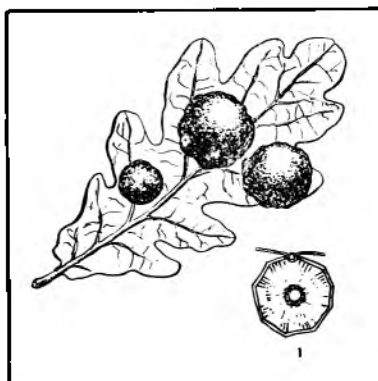
К рис. 21

А — сферокристаллы в клетках;
Б — увеличенные сферокристаллы.
Увеличение: А — в 120 раз; Б — в 400 раз.



К рис. 22

1 — галл в разрезе. Натуральная величина.



мал превращается в глюкозу, которая легко растворяется в клеточном соке, проходит через оболочку клеток и переносится из листьев в плоды или клубни, или другие части растения, где превращается во вторичный крахмал. Глюкоза является источником энергии в организме. Она широко применяется в медицине. Глюкоза в клеточном соке встречается и в соединениях, например в глюкозидах, танидах и др.

Фруктоза, или плодовый сахар, преобладает в зрелых плодах, входит в состав меда. По мере созревания плодов глюкоза переходит в более сладкую фруктозу, а плоды становятся слаще. Фруктоза — твердый, бесцветный, легко растворяющийся в воде моносахарид. Трудно кристаллизуется. Химическая формула фруктозы: $C_6H_{12}O_6$.

Сахароза, или тростниковый, или свекловичный сахар, преобладает в клеточном соке корней сахарной свеклы, стеблей сахарного тростника, плодов арбуза, дыни и др. Сахар, употребляемый в пищу, и есть сахароза. В корнеплодах сахарной свеклы содержится до 26 %, в стеблях сахарного тростника — до 20 % сахарозы. Сахароза — бесцветное кристаллическое вещество. Легко растворяется в воде. Химическая формула сахарозы: $C_{12}H_{22}O_{11}$. Это дисахарид, молекула которого состоит из двух молекул моносахаридов — глюкозы и фруктозы. Добывание сахара в настоящее время производится в Европе из сахарной свеклы, в тропических странах — из сахарного тростника.

Инулин встречается в растворенном виде в клеточном соке многих растений, но преобладает у растений семейства сложноцветных, где он заменяет крахмал. Больше всего инулина в подземных частях растения, например в клубнях георгины, земляной груши; в корнях цикория и одуванчика его содержание достигает 12 %. Инулин — изомер крахмала, бесцветное вещество. Химическая формула его: $(C_6H_{10}O_5)_n$. Инулин не окрашивается йодом и не образует клейстера. Для обнаружения инулина в клеточном соке пользуются спиртом, который осаждает инулин, а при длительном действии приводит к кристаллизации его в форме сферических кристаллов (радиально расположенных игольчатых кристаллов). Сферокристаллы инулина (рис. 21) иногда разрастаются настолько, что занимают пространство нескольких клеток. Добывается инулин из корней цикория и из клубней земляной груши. При гидролизе инулин превращается в фруктозу.

Глюкозиды

Глюкозиды широко распространены и обнаруживаются в растворенном виде в клеточном соке многих видов растений. Это сложные органические вещества, соединения глюкозы (или иного сахара) со спиртами, альдегидами и другими веществами. Многие глюкозиды ядовиты. Многие используются в медицине, технике и в быту. Приятный запах чая, кофе, ванили, горчицы обуславливается глюкозидами, распадающимися при соприкосновении с воздухом под влиянием ферментов и выделяющими летучие вещества.

В семенах горького миндаля, абрикоса, персика, сливы, вишни, груши, яблони имеется глюкозид амигдалин и фермент эмульсин, который разлагает амигдалин на глюкозу, бензойный альдегид, пахнущий миндалем, и синильную кислоту, являющуюся сильнейшим ядом. Синильной кислотой можно отравиться при употреблении в пищу семян горького миндаля или других семян, содержащих глюкозид амигдалин. В цветках ландыша, листьях наперстянки и горьцвета, семенах строфанта имеются глюкозиды, действующие на деятельность сердца и потому используемые в медицине (конваллотоксин, дигитоксин, адонидин, строфантин и др.). В корнях горечавки, цветущем растении золототысячника и др. имеются глюкозиды, используемые в медицине (генциопикрин). В корне мыльнянки лекарственной (мыльном корне), гречихе, солодке, сенеге, истоде имеются глюкозиды сапонины, используемые в медицине, а также в технике в качестве моющих средств.

Дубильные вещества

Танины, или дубильные вещества, часто встречаются растворенными в клеточном соке многих растений. Это сложные органические вещества, близкие по составу к глюкозидам. Много дубильных веществ содержится в коре эвкалипта (50%), дуба (10—20%), ивы (9—13%). В листьях чая имеется 15—20% дубильных веществ, в листьях и корневищах бадана — 20%, в почках тополя, дуба — 20%. Есть дубильные вещества в плодах яблони, груши, винограда и др. Наиболее богаты дубильными веществами галлы (чернильные орешки) — болезненные выросты, образующиеся обычно на листьях вследствие отложения в ткани листа яиц насекомым орехотворкой. В галлах дуба (рис. 22) содержится до 75% дубильных веществ. Характерным свойством этих веществ является их вязущий вкус и кислая реакция. Соли железа (например, хлорное железо) окрашивают их в темно-фиолетовый или темно-зеленый цвет. Есть ферменты, разлагающие дубильные вещества.

Дубильные вещества используются в медицине как вязущее средство при воспалении слизистых оболочек.

Еще большее значение имеют дубильные вещества для кожевенной промышленности. Соединяясь с белковыми веществами, они дают нерастворимые осадки, что является причиной использования их в промышленности для дубления кож. Вследствие дубления кожи становятся мягкими, неослизняющимися, непроникающими воду.

Добываются дубильные вещества из галлов, из коры ели, ивы, дуба, лиственницы, из бадана и др.

Пигментами клеточного сока называются красящие вещества, растворенные в клеточном соке. Наиболее распространенными пигментами являются антоцианы и антохлор, или флавоны.

Пигменты

Антоцианы наблюдаются в лепестках цветков, листьях, стеблях, плодах и семенах. Они имеют то красный, то фиоле-

товый, то синий цвет в зависимости от реакции клеточного сока: если клеточный сок кислый, антоцианы имеют красный цвет, если нейтральный — фиолетовый, если щелочной — синий или голубой. Поскольку в одних и тех же клетках реакция сока может меняться, постольку и окраска их тоже изменяется. Так, у растения медуницы в начале цветения цветки красные, потом окраска их становится фиолетовой и, наконец, в конце цветения — синей.

Красная и синяя окраска цветков гиацинта, розы, мака и других растений, плодов вишни, сливы, винограда, ежевики и многих других, листьев бегонии, краснолистного бука и др. объясняется присутствием антоцианов в клеточном соке. Черная окраска, например плодов винограда, черного паслена и др., объясняется тем, что темно-фиолетовые антоцианы имеются не только в клетках кожицы, но и в клетках мякоти плода.

По химическому составу антоцианы подобны глюкозидам. Редко антоцианы встречаются в виде кристаллов.

Антохлор, или флавор, — пигмент желтого или оранжевого цвета. Желтые цветки георгины, мака, коровяка и некоторых других растений, желтые и оранжевые плоды мандаринов, лимонов, апельсинов окрашены антохлором.

Итак, окраска растений зависит от пигментов, растворенных в клеточном соке (антоцианы, антохлор и др.), и от пигментов, образующихся в пластидах (хлорофилл, ксантофилл, каротин и др.). Узнать, от каких пигментов зависит окраска, очень легко. Достаточно рассматриваемую часть растения прокипятить в воде: если пигменты были в пластидах, они не перейдут в воду, которая останется бесцветной, и часть растения сохранит прежнюю окраску (например, корнеплод моркови в супе); если пигменты были в клеточном соке, они перейдут в воду, так как убитая высокой температурой цитоплазма беспрепятственно пропустит через себя клеточный сок и вода окрасится, а часть растения побледнеет или полностью обесцветится (например, корнеплод красной столовой свеклы в борще).

Биологическое значение пигментов очень велико. Яркая окраска цветков привлекает насекомых и таким образом обеспечивает энтомофильным растениям перекрестное опыление. Яркая окраска плодов привлекает птиц, способствующих распространению семян. Антоцианы поглощают световые лучи и благоприятствуют повышению температуры клеток, что особенно важно в холодное время года.

Алкалоиды широко распространены в растительном мире. Открыто уже свыше 700 алкалоидов. Название алкалоидам дается обычно по названию рода или вида растения, в котором их находят. Так, наименование алкалоида табака пикотина от *Nicotiana*, алкалоида мака папаверина — от *Papaver*. Алкалоиды — сложные органические, содержащие азот вещества. Бывают в газообразном, жидком и твердом состоянии. Бесцветны (редко окрашены), горьки и в большинстве случаев очень ядовиты. Алкалоиды — щелочи и потому образуют с органическими кислотами клеточного сока соли, легко растворимые в воде. Свободные алкалоиды не все растворяются в воде, но в спирту, эфире, хлороформе растворяются все алкалоиды.

Одним из реактивов для алкалоидов служит йодистый висмут, растворенный в йодистом калии; этот реактив осаждает алкалоиды в водном растворе.

Алкалоиды широко применяются в быту и в медицине. Так, листья чая и семена кофейного дерева содержат алкалоид кофеин, листья табаков — никотин. Эти алкалоиды как действующие на центральную нервную систему используются в быту в виде чая, кофе, курительного табака. В странах Востока курят опиум, содержащий алкалоиды морфин, кодеин и многие другие. Алкалоид анабазин и др. используются в сельском хозяйстве как яды для борьбы с вредными насекомыми, стрихнин — для борьбы с хищными животными и т. п.

В медицине алкалоиды находят широчайшее применение. Алкалоид хинин, добываемый из коры хинного дерева, спас человечество от малярии. Алкалоиды морфин, кодеин, папаверин и др. (всего 22) содержатся в засохшем млечном соке мака, называемом опиум. Морфин — болеутоляющее и снотворное, папаверин — болеутоляющее, кодеин — успокаивающее кашель средство. Алкалоид кокаин, добываемый из листьев южноамериканского кустарника кока, — средство для местной анестезии. Алкалоид стрихнин, добываемый из семян чилибухи (*Strychnos*) — возбуждающее центральную нервную систему средство. Алкалоид атропин, добываемый из листьев и семян белладонны и из семян дурмана, листьев белены, корней скопелии, применяется при некоторых желудочно-кишечных заболеваниях и в глазной практике как расширяющий зрачок. Алкалоид кофеин, содержащийся в семенах кофейного дерева, листьях чайного куста, орехах африканского растения кола, — сильное сердечное средство, возбуждающее центральную нервную систему.

Многие растения ядовиты потому, что содержат ядовитые алкалоиды (часто наряду с другими ядовитыми веществами). Так, ядовитый гриб мухомор содержит ядовитые алкалоиды мускарин и аманитотоксин; в молодых стеблях и кожуре клубней картофеля имеется ядовитый глюкоалкалоид соланин, который распадается при кипячении в воде.

Не все виды растений одинаково богаты алкалоидами. Тогда как растения, принадлежащие к семействам пасленовых, бобовых, маковых, лютиковых и др., богаты алкалоидами, в растениях семейства губоцветных они встречаются крайне редко, а в растениях семейства розоцветных алкалоидов не имеется совсем.

При заготовке лекарственных растений, содержащих алкалоиды, необходимо знать, что количество алкалоидов в растении и даже состав их в значительной степени зависят от условий, в которых произрастало растение, т. е. от освещения, температуры, почвы.

Токсины

Токсины — ядовитые для человека вещества клеточного сока, вырабатываемые некоторыми растениями, например ррцины в семенах клецковины, робин в коре белой акации. Токсины вырабатываются также некоторыми видами бактерий, вызывающих заболевания столбняком, дифтерией, газовой гангреной и др. и животными (змеями, пауками и др.). По химической природе токсины относятся к белкам.

Токсины очень ядовиты. Попадая в организм человека, токсины вызывают сильные отравления. При введении токсина в организм животного в его крови вырабатывается анти-токсин. Сыворотка такой крови обладает свойством нейтрализовать данный токсин. Таким образом получают противодифтерийную, противостолбнячную и другие сыворотки. Так же получают сыворотку против змеиного яда.

Пектиновые вещества

Токсины разрушаются при высокой температуре. Они растворимы в воде.

Пектиновые вещества часто встречаются растворенными в клеточном соке. По химическому составу они близки к углеводам. Плоды апельсина, лимона, яблони, айвы, сливы, вишни и др., корнеклубни и клубни столовой свеклы, моркови, редиса, топинамбура богаты пектиновыми веществами. Пектиновые вещества (протопектин) склеивают оболочки смежных клеток. При мочке льна, конопли и др. пектиновые вещества разрушаются и лубяные волокна легко разъединяются. Пектиновые вещества используются в кондитерской промышленности как дающие желе (желе, мармелад, пастила и т. п.). Эти вещества имеют большое диетическое значение для человека.

Соли неорганических кислот

Неорганические вещества в клеточном соке представлены, как уже упоминалось выше, солями азотной, фосфорной и других кислот. Большое значение в питании и лечении человека имеют соли магния, калия, кальция, железа и др., а также таких микроэлементов, как бор, марганец, цинк, медь, йод и др. Богаты магнием картофель, капуста, помидоры, абрикосы, персики. Богаты калием картофель, капуста, помидоры, абрикосы, персики, баклажаны. Содержат много железа, которое играет большую роль в кроветворении, в окислительных процессах и процессах роста, земляника, шпинат, дыни, грибы (подберезовик, лисичка, масленок, козляк), пшеница и рис (отруби), свекла столовая, огурцы, салат, лук, помидоры, фасоль, горох и соя.

Некоторые из веществ клеточного сока рассматриваются как экскреторные, т. е. конечные продукты обмена веществ. Сюда относятся алкалоиды, глюкозиды.

Поступление веществ в растительную клетку

Из внешней среды вещества могут поступать в клетку, а также в теле растения переходить из одной клетки в другую, только в растворенном состоянии. При этом растворам приходится проходить через клеточную оболочку и через глиалиновый слой цитоплазмы — плазмалемму, подобный по своим свойствам полупроницаемой перегородке. При прохождении растворов из цитоплазмы в вакуоль им также приходится проходить через полупроницаемый слой цитоплазмы — тонопласт.

Полупроницаемыми перегородками называют такие, которые пропускают через себя одни вещества (например, относительно мелкие молекулы растворителя — воды) и не пропускают или медленно пропускают другие (например, относительно крупные молекулы растворенного вещества). Таким образом, полупроницаемые перегородки обладают свойством избирательной проницаемости и могут задерживать находящиеся в клетке растворенные вещества. Кроме того, проницаемость плазмалеммы, оказывается, различна для разных веществ.

Осмотические свойства клетки

В явлении прохождения растворов из внешней среды в клетку большое значение имеют физические законы осмоса, т. е. законы прохождения растворов через полупроницаемую перегородку. В экспериментах в качестве полупроницаемой перегородки используют стенки животного пузыря или пергамент. Если с обеих сторон полупроницаемой перегородки будут водные растворы солей одинаковых концентраций, то через перегородку прохождение растворов совершаться не будет или, вернее, будет происходить с одинаковой скоростью в обоих противоположных направлениях. Если водные растворы будут разных концентраций, то вода раствора более низкой концентрации скорее будет проходить через перегородку в раствор более высокой концентрации, и это прохождение будет продолжаться до тех пор, пока концентрации растворов по обе стороны перегородки не станут одинаковыми. Одновременно с этим прохождением воды будет проходить, но намного медленнее, растворенное вещество через перегородку, в раствор более низкой концентрации.

Так, согласно законам осмоса, проходят растворы разных веществ в клетки из окружающей их среды. Если концентрация клеточного сока в вакуоле выше концентрации раствора, окружающего клетку, то вода будет поступать через оболочку клетки и плазмалемму цитоплазмы в клетку. Такой раствор, окружающий клетку, называется гипотоническим. И, наоборот, если концентрация раствора выше концентрации клеточного сока, вода будет выходить из клетки наружу. Такой раствор называется гипертоническим. В случае равенства концентраций раствора и клеточного сока раствор называется изотоническим. Изотонические растворы называются физиологическими.

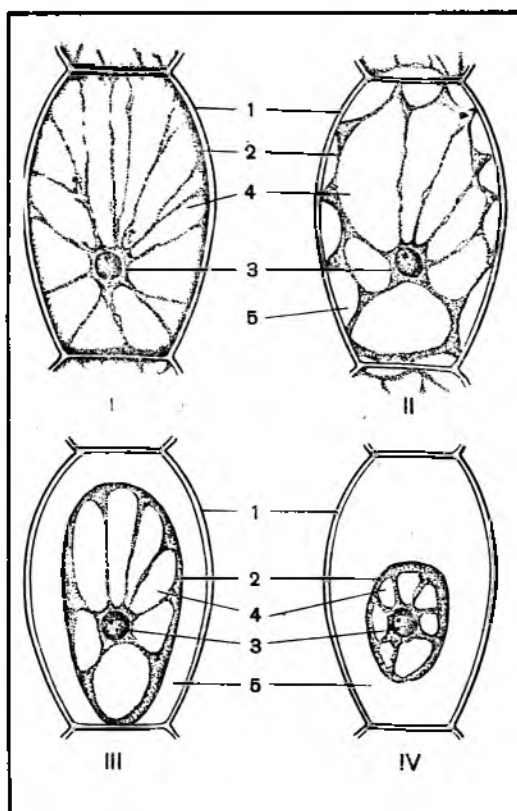
Плазмолиз и деплазмолиз

Это легко проверить под микроскопом. Если содранный кусочек кожицы с чешуи луковицы лука положить в каплю воды на предметное стекло и рассматривать через микроскоп, то будут видны клетки кожицы в их обычном состоянии, а именно: цитоплазма клетки помещается по стенкам клеточной оболочки, центральная часть клетки занята большой вакуолью. Заменяя постепенно воду на предметном стекле 5% раствором поваренной соли (для этого надо отсасывать воду фильтровальной бумагой и нанести на предметное стекло капли раствора соли), вскоре мы заметим в микроскопе, что цитоплазма отделится от клеточной оболочки и начнет съеживаться. Отставание цитоплазмы от оболочки может происходить местами, либо по всей оболочке одновременно. Вакуоль уменьшится в объеме. Наблюдаемое явление называется плазмолизом (рис. 23). Плазмолиз происходит вследствие того, что вакуоль все больше и больше отдает воду во внешнюю среду и потому уменьшается в объеме. Эластичная цитоплазма со всем содержимым сокращается до размеров небольшого шарика.

Можно вызвать обратное явление. Для этого следует в нашем эксперименте заменить таким же способом каплю крепкого раствора на предметном стекле водой. Тогда вода, согласно законам осмоса, станет поступать через цитоплазму в вакуоль, которая будет увеличиваться в объеме, растягивать цитоплазму и прижимать ее к оболочке, давя на нее изнутри. Это явление, обратное плазмолизу, называется деплазмолизом. Давление, развивающееся при этом внутри клетки, называется осмотическим давлением. Осмотическое давление клеточного сока эпидермиса листьев у луговых и полевых

23. Тургор и плазмолиз.

I — клетка в состоянии тургора;
 II — IV — клетки в различных стадиях плазмолиза;
 1 — оболочка;
 2 — наружный слой цитоплазмы — плазмалемма;
 3 — ядро;
 4 — вакуоль;
 5 — пространство, заполненное вызвавшим плазмолиз раствором (схема).



растений равняется 5—10 атм, а у пустынных растений — 60—80 и даже более чем 100 атм. Величина осмотического давления в клетках растений изменяется в зависимости от содержания в клеточном соке растворенных сахаров, солей органических кислот и других веществ.

Тургор

Оболочки молодых клеток эластичны. Осмотическое давление внутри клетки воздействует на клеточную оболочку, несколько растягивает ее, придает оболочке напряженность. Напряженное состояние клеток, тканей и органов называется тургором (от латинского слова «тургоре» — быть наполненным, надутым).

Тургор придает твердость, упругость мягким клеткам и состоящим из них тканям в целом. При плазмолизе тургор снижается, клетки и ткани теряют упругость, листья и травянистые растения теряют форму, увядают.

Сосущая сила клетки

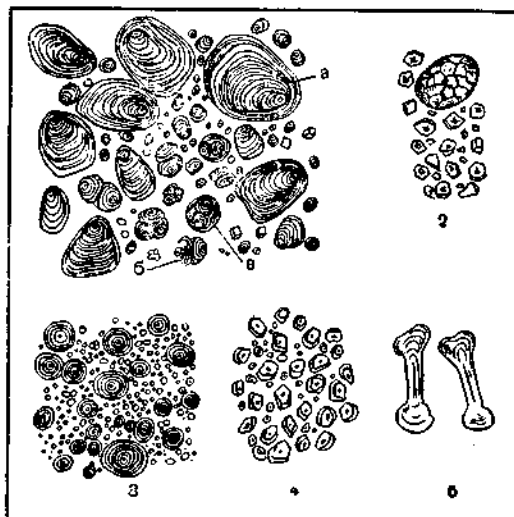
В связи с явлением тургора и плазмолиза находится сосущая сила клетки, т. е. сила, с которой она способна присасывать воду из окружающей среды. Сосущая сила определяется формулой:

$$C = O - T,$$

где C — сосущая сила; O — осмотическое давление в клетке; T — тургорное давление, т. е. противодействие, которое оказывает клеточная оболочка давящей на нее изнутри цитоплазме. Из формулы вытекает, что клетка, находящаяся в состоянии полного тургора (в полном напряжении), когда сила $O = T$, не проявляет сосущей силы, которая равна нулю, и вода не поступает в клетку из внешней среды. Для того чтобы

24. Крахмальные зерна различных видов растений.

- 1 — картофеля;
 2 — риса;
 3 — пшеницы;
 4 — кукурузы;
 5 — молочная;
 а — простые;
 б — сложные;
 в — полусложные.
 Увеличение: 1, 2, 3, 4 —
 в 300 раз; 5 — в 500 раз.



вода поступала в клетку, последняя не должна быть в состоянии полной тургоресцентности.

Следует заметить, что живые клетки, помимо подчинения их законам осмоса, еще проявляют способность поглощать и выделять растворенные вещества активно, вследствие изменения концентрации веществ в цитоплазме и клеточном соке при соответствующих реакциях в клетках.

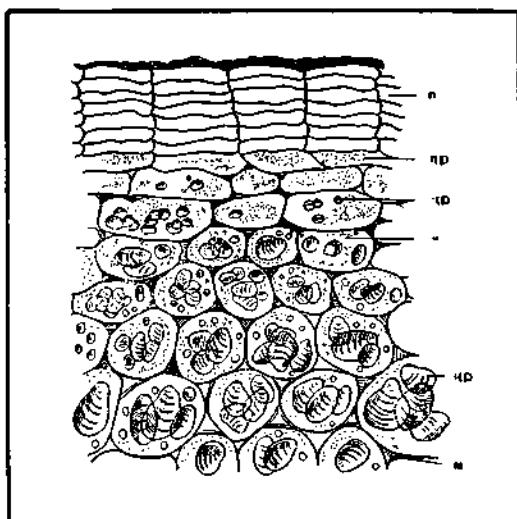
Включения в клетке, запасные и экскреторные вещества

Включения в клетке, образующиеся в результате ее жизнедеятельности, могут быть разделены на запасные питательные вещества и отбросы, или экскреторные вещества. К запасным питательным веществам относятся углеводы, белки и жирные масла, к отбросам — кристаллы щавелевокислого кальция, эфирные масла и др. Необходимо заметить, что разделение обнаруживаемых в клетке включений на запасные питательные вещества и отбросы условно. Роль в клетке веществ, относимых к отбросам, еще недостаточно ясна и не исключена возможность открытия их (или для некоторых из них) положительной активной роли в питании клетки.

Запасные углеводы представлены в клетках крахмалом, инулином, гликогеном, сахарами. Крахмал образуется в растении в виде крахмальных зерен, представляющих включения в цитоплазме. Различают три вида крахмала в растениях: ассимиляционный, транзитный и запасный. Ассимиляционный крахмал образуется как первичный в результате фотосинтеза в хлоропластах на свету. Затем этот крахмал превращается в глюкозу, которая в виде раствора перепосылается в другие части растения. Из глюкозы в лейкопластах и хондриосомах образуется снова крахмал, носящий название вторичного. Если это образование вторичного крахмала произошло по пути следования глюкозы в проводящих тканях, то образовавшийся крахмал называется транзитным. Если образование вторичного крахмала произошло в клубнях,

25. Часть разреза клубня картофеля.

п — пробка;
 пр — зернистая цитоплазма;
 кр — мелкие и крупные крахмальные зерна;
 к — кристаллик белка;
 ж — межклетник.
 Увеличение в 200 раз.



корневищах, семенах и прочих запасяющих органах, то образовавшийся крахмал называется запасным. Крахмальные зерна вторичного крахмала во много раз больше зерен ассимиляционного крахмала.

Крахмальные зерна

Крахмальные зерна бесцветны и бывают шарообразной, эллиптической, палочкообразной и многогранной формы. По своему строению это сферокристаллы, состоящие из тонких, радиально расположенных игл.

Крахмальное зерно, возникая в лейкопласте, постепенно увеличивается путем наращивания снаружи все новых и новых слоев и потому имеет слоистое строение, которое хорошо видно под микроскопом, например у зерен картофельного крахмала. Слоистость крахмального зерна объясняется отложением крахмала слоями неравной плотности, с разным содержанием воды и потому неодинаково пропускающими свет. В крахмальном зерне обычно хорошо виден центр наслоения, или образовательный центр, откуда начиналось образование зерна. Различают зерна простые, имеющие один центр наслоения, сложные, имеющие два центра наслоения или более и похожие на слипшиеся зерна, и полусложные, являвшиеся сначала сложными, но позже заключенные в общие слои (рис. 24).

По форме, строению и величине крахмальные зерна разных видов растений настолько различаются (см. рис. 24), что часто представляется возможность определить под микроскопом крахмал того или иного вида растения, а также примесь инородного крахмала в муке и разных лекарственных материалах.

Крахмальные зерна картофеля имеют яйцевидную неправильную форму с центром наслоения ближе к узкому концу, почему и называются эксцентрическими. По величине крахмальные зерна достигают в поперечнике 100 μ . Реже наблюдаются более мелкие, концентрические, а также сложные и полусложные зерна. Клетки картофельного клубня бывают переполнены крахмальными зернами (рис. 25). Чтобы выделить крахмальные зерна из картофельного клубня, надо его протереть через терку, промыть водой и дать крахмалу осесть

на дно сосуда. Полученный таким образом и высушенный крахмал называется крахмальной или картофельной мукой.

В клубнях картофеля содержится 12—24% крахмала.

Крахмальные зерна пшеницы, ржи, ячменя имеют шарообразную или дисковидную форму с центром наслоения в центре зерна и потому называются концентрическими. По строению своему это простые крахмальные зерна; слоистость у них заметна слабо (см. рис. 24). В диаметре они достигают 35—45 μ . В зерновке пшеницы содержится 57—75% крахмала.

Крахмальные зерна риса многогранной формы, концентрические, сложные (см. рис. 24). По величине это самые мелкие крахмальные зерна, достигающие в поперечнике 10 μ . Рисовый крахмал применяется в медицине, в парфюмерной промышленности при изготовлении пудры, для чего требуются мелкие крахмальные зерна. В зерновке риса содержится 62—86% крахмала.

Крахмальные зерна кукурузы типичной многогранной формы, концентрические, простые, достигающие в поперечнике 35 μ (см. рис. 24). Иногда они имеют в центре трещину. В зерновке кукурузы содержится 57—72% крахмала.

Крахмальные зерна в млечном соке молочая имеют палочковидную форму с утолщениями на концах.

Крахмал — сложный углевод, или полисахарид. Его формула: $(C_6H_{10}O_5)_n$. Его крупная молекула (цепь) образуется путем полимеризации, т. е. соединения большого числа остатков молекул глюкозы (звеньев). Число этих молекул глюкозы неизвестно, поэтому и показатель n в формуле крахмала является числом неизвестным.

Крахмальное зерно состоит из крахмала, воды и небольшого количества фосфорной кислоты. Удельный вес крахмала 1,5. В воде крахмал не растворяется. В горячей воде (68—75° C) крахмальные зерна разбухают, лопаются и образуют клейстер, называемый фармацевтами слизью. В кислотах и щелочах при нагревании крахмал переходит в глюкозу, т. е. осаживается. Подобное осаживание крахмала в растительной клетке вызывается ферментом диастазой. При действии йодом крахмал синее, образуется йодистый крахмал (рис. 26, 2). Общепринятым реактивом для обнаружения крахмала служит раствор Люголя, являющийся раствором йода в водном растворе йодистого калия. Может быть использован раствор йода в спирту. При нагревании до 200° C сухой крахмал переходит в декстрин, который растворяется в воде и от йода не синее. Декстрин употребляется как клей.

Не у всех растений запасные углеводы отлагаются в виде крахмала. У некоторых растений, например у представителей семейства сложноцветных, вместо крахмала образуется растворимый в воде изомер крахмала инулин или накапливаются сахара в клеточном соке.

У не имеющих хлоропластов бактерий и грибов в качестве запасного углевода образуется животный крахмал, или гликоген, который в виде коллоида находится в цитоплазме. Гликоген растворяется в воде.

Белки, отложившиеся как мертвые запасные питательные вещества, резко отличаются от живых белков, входящих в состав цитоплазмы, ядра и пластид. Запасные питательные белковые вещества встречаются в растительных клетках в виде белковых кристаллов и простых или сложных алейроновых или протеиновых, или клейковинных зерен, а также растворенными в клеточном соке.

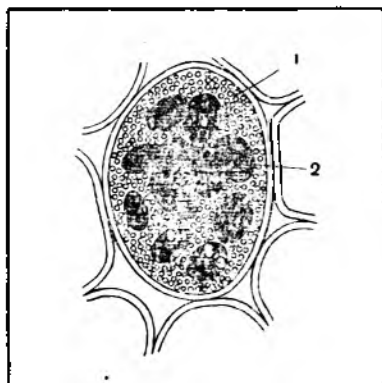
**Алейроновые
зерна**

26. Клетка из эндосперма семени гороха.

27. Клетка из эндосперма семени клешевины со сложными алейроновыми зернами. Сложное алейроновое зерно.

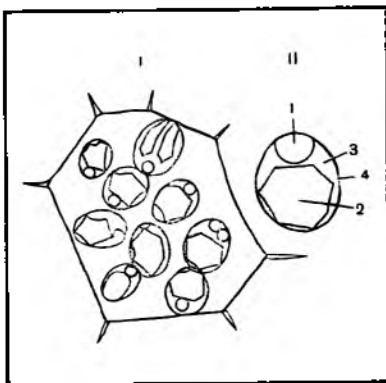
К рис. 26

1 — простые алейроновые зерна;
2 — окрашенные крахмальные зерна.
Увеличение в 300 раз.



К рис. 27

1 — глобид;
2 — белковый кристалл;
3 — пространство, занимаемое аморфным белком;
4 — оболочка зерна.
Увеличение: I — в 500 раз; II — в 800 раз.



Белковые кристаллы в виде кубиков или октаэдров встречаются в цитоплазме, в клеточном соке, внутри алейроновых зерен. Например, белковые кристаллы можно наблюдать в цитоплазме клеток картофельного клубня наряду с крахмальными зернами (см. рис. 25). Белковые кристаллы в воде и слабых растворах кислот и щелочей набухают, но не растворяются. Много белковых кристаллов содержат семена бобовых растений, т. е. бобы, горох, фасоль, чечевица, соя, клевер, люцерна, донник, вика и др.

Простые алейроновые зерна можно наблюдать под микроскопом в клетках внешнего слоя эндосперма зерновки пшеницы и других злаков, где они представляются в виде мелких бесцветных шарообразных зернышек. Много их в клетках семян бобовых растений (см. рис. 26).

Сложное алейроновое зерно бесцветно, имеет шарообразную или овальную форму. Снаружи зерна имеется тонкая белковая оболочка, затем — большой белковый кристалл (бывает и два кристалла); остальное пространство заполнено аморфным белком и глобидом (бывает и два глобоида) (рис. 27). Глобид — шарообразное тело, состоящее из органического сложного еще не выясненного вещества; глобиды содержат кальций, магний, фосфор. Величина алейроновых зерен колеблется от 1 до 55 μ .

Происходит сложное алейроновое зерно из вакуоли. По мере высыхания клеток, например в созревающих семенах, клеточный сок вакуолей теряет воду и содержащиеся в нем белки и другие вещества выпадают из раствора, выкристаллизовываются; вакуоль превращается в сложное алейроновое зерно. При прорастании семени, когда клетки обогащаются водой и появляется клеточный сок, сложные алейроновые зерна превращаются в вакуоли.

Особенно богаты сложными алейроновыми зернами семена масличных растений, например лекарственного растения клешевины, подсолнечника, конопли, мака, ореха и др. Сложные алейроновые зерна этих растений различаются по своему содержанию и по форме настолько, что возможен микроскопический анализ лекарственного сырья по сложным алейроновым зернам, подобно анализу по крахмальным зернам.

Белковые запасные питательные вещества в семенах злаков откладываются главным образом в периферических клетках, находящихся под кожурой семени. Клетки зерновки, расположенные глубже, наполнены преимущественно крахмальными зернами. Поэтому мука цельного помола, в которую входят все части зерновки, содержит все запасные питательные вещества ее и наиболее полноценна. Высшие сорта белой муки, получаемые из центральной части зерновки, имеют меньше белковых веществ и витаминов и потому менее полноценны.

Мука состоит из крахмальных зерен, алейроновых зерен и клеточных оболочек. Если из муки сделать тесто и долго промывать его проточной водой, то таким образом удаляются из теста крахмальные зерна и останутся преимущественно алейроновые. Взятый кусок теста значительно уменьшится, будет желтым и клейким. Это в основном клейковина. Она растягивается, как резина. Состоит клейковина из алейроновых зерен, которые поэтому называются еще клейковинными зернами.

Для обнаружения белка имеются специальные реакции: 1) щелочной раствор медного купороса окрашивает белок в фиолетовый цвет (биуретовая реакция); 2) азотная кислота окрашивает белок в желтый цвет (ксантопротеиновая реакция); 3) азотно-ртутная соль окрашивает белок в мясо-красный цвет (реакция Миллона). При нагревании в слабокислой среде почти все белки дают нерастворимый осадок.

Жирные масла

Жиры встречаются во всех частях растения в виде бесцветных или желтых капелек в цитоплазме клеток. Больше всего жирного масла в семенах и плодах. В зерновке пшеницы содержится 2% жирного масла, кукурузы и овса — 6%, в семенах льна — 40%, в семенах арахиса — более 50%, клеверины — 53%, в семенах орехоплодных растений — до 65%. К зиме в древесине деревьев крахмал частично превращается в жирное масло, а весной жирное масло превращается в сахар, который притекает к растущим частям растения.

Жирные масла — сложные органические вещества, состоящие из 1 молекулы глицерина и 3 молекул жирной кислоты (олеиновой, стеариновой и др.). Жирные масла состоят из углерода, водорода и кислорода. Они не растворяются в воде, плохо растворяются в спирту (за исключением касторового масла) и хорошо растворяются в бензине, эфире, хлороформе, сероуглероде и ксилоле. Жирное масло при взаимодействии со щелочью омыляется, т. е. разлагается на глицерин и жирные кислоты, которые, взаимодействуя со щелочью, дают соли, являющиеся мылом. Мыло частично растворимо в воде. Если в качестве щелочи взять едкий натр, в результате омыления получится твердое мыло, если едкое кали — жидкое мыло (зеленое мыло).

Характерными признаками и цветными реакциями для жирного масла будут следующие: жирное масло оставляет на бумаге след в виде масляного пятна; окрашивается тинктурой алканны (спиртовой настойкой корневища растения алканна) в красный цвет, осмиевой кислотой — в черный, краской судан III — в оранжевый цвет.

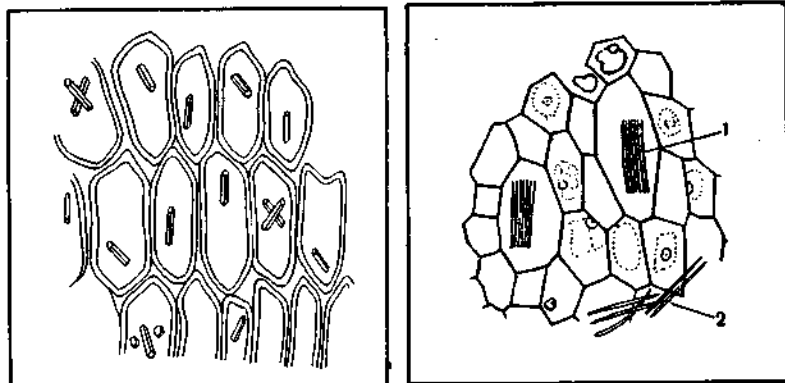
Жирное масло в растении, как и углеводы, при дыхании окисляется и дает необходимую растению энергию. Оно как запасное питательное вещество экономнее углеводов, потому что при окислении дает значительно больше энергии. В орга-

28. Одиночные кристаллы в клетках чешуй луковицы лука.

29. Рафиды в клетках корневища купены.

К рис. 29

1 — пучок рафид;
2 — выпавшие из клетки рафиды.



низме углеводы могут превращаться в жиры. Жироподобные вещества являются структурными компонентами плазматической мембраны.

К включениям, не принимающим дальнейшего участия в жизнедеятельности клетки, являющимися экскреторными, относятся кристаллы щавелевокислого кальция, эфирные масла и др. Они действительно выделяются, выбрасываются из растительного организма: то откладываются (кристаллы), как мы увидим ниже, в старых листьях или коре растений и удаляются вместе с опадающими листьями осенью или вместе с осыпающимися кусками коры, то испаряются (эфирные масла) из железок или выделяются в специальныеместилища.

Кристаллы оксалата кальция

Кристаллы щавелевокислого кальция, или оксалата кальция (CaC_2O_4), наблюдаемые в вакуолях и других частях клеток растений, бывают следующей формы: 1) одиночные кристаллы; 2) группы игольчатых кристаллов — рафиды; 3) группы звездообразно сросшихся кристаллов — друзы; 4) скопления мелких кристаллических песчинок.

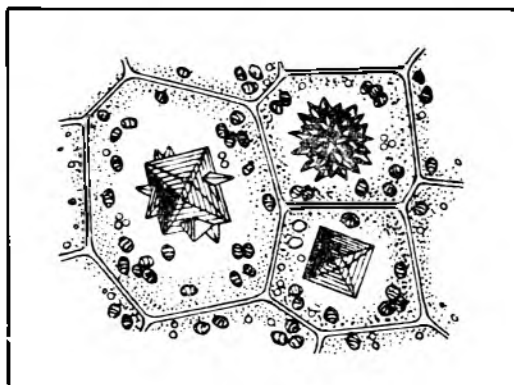
Одиночные кристаллы имеют разную форму в зависимости от количества присоединенной при кристаллизации воды. Они имеют форму то призмы (грани являются прямоугольниками), то ромбоэдра (грани являются ромбами), то октаэдра (восьмигранник, грани являются треугольниками). Наблюдаются одиночные кристаллы, например в клетках старых листьев лекарственного растения белены или в клетках сухих, наружных чешуй луковицы лука (рис. 28). Иногда одиночные кристаллы срастаются по два крестообразно или по нескольку.

Рафиды — игольчатые кристаллы, лежащие в клетке параллельно друг другу в виде пучка, но не сросшиеся и потому из разрезанных клеток иногда выпадающие и рассыпающиеся (рис. 29). Встречаются рафиды, например, в клетках листьев алоэ, гиацинта, корневища купены (крупные рафиды), корневища ландыша (мелкие рафиды), корневых клубней ятрышника.

Друзы образуются из многих кристаллов, имеющих форму пирамиды и срастающихся основаниями так, что возникает звездообразное скопление их (рис. 30). Можно видеть друзы, например, в клетках листьев лекарственного растения дурмана, в клетках коры дуба, корневища ревеня и в других растениях. Друзы сохраняются и наблюдаются и в порошке высушенного корневища ревеня.

30. Друзы в клетках черешка бегонии.

В правой верхней клетке — одиночный кристалл.



Кристаллический песок обычно заполняет всю клетку, которая поэтому кажется темнее прочих клеток и называется кристаллическим мешком. Наблюдается такой кристаллический песок, например, в клетках листьев лекарственного растения белладонны, табака (рис. 31). Кроме кристаллов щавелевокислого кальция, изредка в клетках растений находятся кристаллы углекислого кальция, гипса, кремнезема, различных пигментов.

Отсутствие или присутствие кристаллов и их форма являются характерными признаками для того или иного вида растения и потому основанием для микроскопического анализа измельченных или превращенных в порошок листьев и других частей в фармацевтических препаратах. Например, в лекарственном сырье, состоящем из листьев дурмана или гвоздичных растений, должны быть видны под микроскопом друзы, в сырье из листьев белладонны должны наблюдаться только клетки с кристаллическим песком, в сырье из листьев наперстянки или растений из семейства крестоцветных не должно быть никаких кристаллов. Если в фармацевтическом препарате обнаружены нехарактерные для него кристаллы, это значит, что препарат ошибочно определен или фальсифицирован.

Эфирные масла

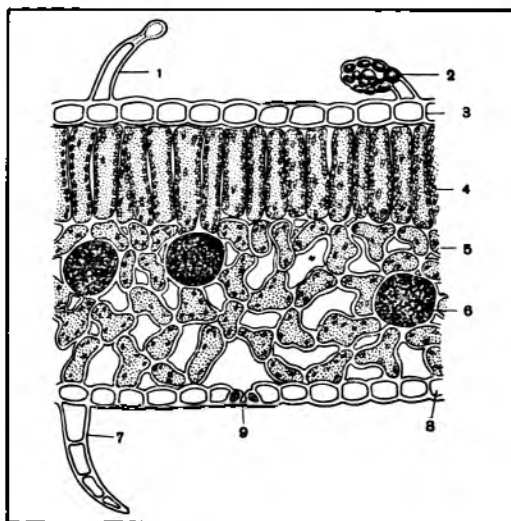
Эфирные масла находятся в растениях в цитоплазме клетки (в виде капель), в межклетниках, смоляных и эфиромасляных ходах, вместилищах, куда они выделяются клетками, в специальных железах или железистых волосках. Эфирные масла накапливаются в листьях и стеблях (мята, базилик, эвкалипт и др.), лепестках (роза, жасмин и др.), плодах (земляника, абрикос, лимон, мандарин и др.), семенах (анис, тмин, кориандр и др.), корнях (колюрия), корневищах (ирис), прицветниках (мускатный шалфей), весенних почках (тополь и др.), волосках (герань).

Запахи растений обуславливаются эфирными маслами. Общеизвестны мятное, розовое, лимонное, гвоздичное, горчичное и другие эфирные масла. Они вырабатываются растением обычно в ничтожных количествах. Например, для получения из лепестков розы 1 г розового масла необходимо переработать более 2 кг лепестков.

Эфирные масла не растворяются в воде и растворяются в спирту, эфире, бензине. Окрашиваются эфирные масла алканой и осмиевой кислотой так же, как жирные масла, но резко отличаются от них химическим составом и тем, что хорошо

31. Часть поперечного разреза листа белладонны.

- 1 — волосок головчатый;
 2 — волосок железистый;
 3 — эпидерма;
 4 — столбчатая паренхима;
 5 — губчатая паренхима;
 6 — кристаллический мешок;
 7 — волосок обыкновенный;
 8 — эпидерма;
 9 — устьице.
 Увеличение в 100 раз.



испаряются (летучи). Это сборная группа органических соединений: терпенов, спиртов, кетонов, углеводов, органических кислот и др. Они обладают выраженным запахом.

Эфирные масла используются в медицине при изготовлении лекарств, в лакокрасочном, парфюмерном и пищевом производствах.

Биологическое значение эфирных масел для растений велико. Энтомофильные растения, распространяя запах, привлекают насекомых и этим обеспечивают себе перекрестное опыление. Некоторые растения, распространяя запах, защищают себя от нападения микроорганизмов и травоядных животных.

Ферменты

Ферменты, или энзимы (от латинского слова «ферментум» или греческого слова «энзим» — брожение, закваска), — органические вещества, вырабатываемые в клетке и имеющие чрезвычайно важное значение в управлении химическими реакциями в ней. Сложные химические реакции, протекающие в клетке при росте, дыхании и других процессах, вызываются ферментами. Они являются катализаторами этих реакций.

Ферменты вызывают или ускоряют реакцию, сами при этом изменяются и тут же восстанавливаются. Достаточно самого небольшого количества фермента, чтобы вызвать превращение больших количеств вступающих в реакцию веществ. Так, например, чтобы вызвать разложение (осахаривание) 2000 частей крахмала, достаточно прибавить к нему 1 часть фермента диастазы.

Химический состав ферментов еще не вполне выяснен. Большинство из них относится к белкам и находится в коллоидном состоянии. Они состоят из белка (основного носителя) и кофермента (физиологически активного вещества). Их действие в сильной степени зависит от условий окружающей среды (температуры, влажности, света, кислотности и др.).

Так, например, максимальное действие ферменты проявляют при 45—50° С; при температуре около 100° С ферменты разлагаются и перестают действовать.

Ферменты в своем действии проявляют специфичность, т. е. определенный фермент действует только на определенное вещество.

Существует следующая классификация ферментов по характеру их действия.

Группа I — гидролазы и фосфоорилазы.

Подгруппа 1 — эстеразы, катализирующие расщепление и синтез сложных эфиров, например липазы, фосфатазы.

Подгруппа 2 — карбогидразы, катализирующие гидролиз и синтез глюкозидов, ди-, три- и полисахаридов, например мальтаза, инвертаза, амилазы.

Подгруппа 3 — амидазы, катализирующие гидролиз мочевины, например уреазы.

Подгруппа 4 — протеазы, катализирующие гидролиз полипептидов и дипептидов (пептидазы) и белков (протеиназы), например пепсин, трипсин.

Фосфоорилазы катализируют расщепление сложных органических соединений при участии фосфорной кислоты, например крахмальная фосфоорилаза.

Группа II — ферменты расщепления.

Например, фумараза, взаимопревращающая яблочную и фумаровую кислоты.

Группа III — ферменты переноса (феразы).

Катализируют перенос атомных группировок от одного соединения к другому, например фосфоферазы.

Группа IV — ферменты изомеризации.

Катализируют изомеризацию различных органических соединений, например изомераза фосфотриаз.

Группа V — окислительно-восстановительные ферменты.

Катализируют окислительно-восстановительные реакции.

Подгруппа 1 — анаэробные дегидрогеназы.

Подгруппа 2 — аэробные дегидрогеназы, или оксидазы.

Действие фермента амилазы можно наблюдать, получив ее из прорастающих семян, где ее обычно много. Для этого надо высушить и растереть прорастающие семена ячменя, поместить их в теплую воду и амилаза перейдет в нее (получится солод). Если этой амилазой подействовать на крахмальный клейстер, то он превратится в сахар, что легко проверяется по отсутствию синей окраски при действии на раствор йодом.

Известно уже около 2000 ферментов. Многие из них используются в промышленности. Так, посредством ферментов, полученных из некоторых плесневых грибов, крахмал картофельных клубней или картофельной муки превращается в сахар; посредством ферментов дрожжей, сахар превращается в спирт. С помощью ферментов получают лечебные вакцины, изготавливают хлеб, сыр и другие пищевые продукты, ароматизируют чай, обезжиривают шерсть, обрабатывают кожи, шелковые и хлопчатобумажные ткани и т. п. Однако в промышленности применяется только около 20 ферментов. Использованию ферментов в промышленности принадлежит большое будущее.

Ферменты имеют большое значение в заготовке, хранении и переработке лекарственного сырья. Если ферменты разлагают лекарственное вещество в растении (например, глюкозид в наперстянке), то необходимо прекратить действие ферментов, создав соответствующие условия хранения, например подсушив лекарственное сырье.

При гербаризации растений часто приходится наблюдать потерю ими яркой окраски цветков или листьев. Это объясняется действием ферментов, разлагающих пигменты в клет-

ках лепестков или хлорофилл в листьях. Сохранить яркость окраски гербаризируемых растений можно путем быстрой их сушки и, таким образом, быстрого прекращения действия ферментов.

Витамины

Витамины (от латинского слова «вита» — жизнь) — органические вещества разнообразного химического состава, встречающиеся в очень небольших количествах во всех растениях. Они, по-видимому, играют роль катализаторов в организме, входят в состав многих ферментов.

В питании человека и животных витамины имеют огромное значение. Присутствие их в пище обуславливает нормальный обмен веществ организма, а отсутствие — вызывает тяжелые заболевания, так называемые **авитаминозы** (цинга, рахит и др.). Недостаточное количество витаминов в пище вызывает гиповитаминозы. Поскольку витамины являются катализаторами, требуется ничтожное количество их для нормального обмена веществ в организме. Необходимый для одного организма витамин может быть несущественным для организма другого вида. Так, витамин С для крыс не имеет такого значения, как для человека, морской свинки и др.

Еще в 1880 г. русский биолог Н. Н. Луин в опытах на мышцах обнаружил, что наряду с белками, углеводами, жирами, солями и водой существуют вещества, присутствие которых необходимо в пище для поддержания жизни. Существование таких веществ было подтверждено в 1912 г. польским ученым К. Функом, который дал им название **витаминов**.

В настоящее время известно около 40 витаминов, из которых 16 уже хорошо изучены, а некоторые из них синтезированы искусственным путем. Называют витамины буквами латинского алфавита, например витамин С, или аскорбиновая кислота. Растворимые в воде витамины В, С, Р содержатся в клеточном соке, а остальные витамины, растворимые в жире, содержатся в цитоплазме.

Наряду с витаминами, существуют так называемые **провитамины**. Это вещества, из которых вырабатываются витамины в организме животного. Большинство витаминов и провитаминов образуется в растении. Человек получает витамины или из растительной пищи, или из некоторых животных продуктов (рыбий жир, сливочное масло и др.), где витамины отложились при питании животного растительной пищей. Так что во всех случаях первоисточником витаминов является растение. В последнее время выяснено, что некоторые виды бактерий способны синтезировать ряд витаминов.

Витамин А образуется в организме человека из оранжевого пигмента каротина, или провитамина А, а также из других каротиноидов, которые поступают в организм с растительной пищей. Отсутствие или недостаточность в организме витамина А вызывает глазную болезнь, называемую куриной слепотой, кожные заболевания, расстройство работы желез внутренней секреции, понижает стойкость организма против инфекции, а также нарушает нормальный рост ребенка. Куриная слепота выражается в том, что больной, хорошо видящий днем, плохо видит в сумерках. Для сохранения хорошего зрения пилотам, шоферам, морякам и т. п. необходимо упот-

реблять с пищей каротиноиды. Для заживления ран часто применяются растения, богатые каротиноидами. В сутки человеку необходимо потреблять 2—5 мг каротина (для взрослого человека и ребенка — не менее 2 мг, для беременной и кормящей женщины — 4—5 мг).

Наиболее богатой каротиноидами растительной пищей являются плоды красного перца, листья петрушки, корнеплоды красной моркови (желтая морковь содержит каротина в 9 раз меньше), плоды рябины, листья зеленого лука, шпината, салата, плоды томата, гороха (и зеленый горошек), тыквы. Много каротиноидов также в листьях борщевика, перечной мяты, зверобоя, тысячелистника, чистотела, шалфея лекарственного, крапивы и в хвое сосны, ели и других хвойных растений.

Из животных продуктов, богатых витамином А, следует назвать рыбий жир, печень рыб (трески, морского окуня, акулы), морских млекопитающих (кита, тюленя), травоядных животных, желток куриного яйца (особенно летней носки), молочный жир (масло, сыр, сметана, молоко), особенно у коров, питающихся кормами, богатыми каротиноидами.

При варке продуктов, содержащих каротин, активность его сохраняется, при сушке же — уменьшается. При квашении и силсвовании растений каротин сохраняется хорошо.

Для промышленного получения витамина А сырьем служит печень рыб, а для производства каротина — морковь и тыква.

Витаминами группы В являются: В₁, т. е. тиамин, или аневрин; В₂, т. е. рибофлавин; РР, т. е. никотиновая кислота; В₁₁, т. е. фолиевая кислота; В₁₂, т. е. цианкобаламин, и др.

Недостаточность в организме витамина В₁ вызывает первое заболевание полиневрит, или бери-бери, проявляющееся в головных болях, отеках конечностей, судорогах и параличе. В Японии до 1929 г. от полиневрита ежегодно умирало 17 000 человек. Суточная доза для взрослого человека 2—3 мг витамина В₁, для ребенка до 7 лет — 1—2 мг.

Больше всего витамина В₁ содержится в пивных и пекарских дрожжах, зародышах и наружных оболочках семян злаков (пшеницы, ячменя, ржи, кукурузы и т. п.) и бобовых растений, гречневой и овсяной крупе, печени и почках животных, желтке куриного яйца. Поскольку витамин В₁ находится в зародышах и наружных частях семян злаков, мука цельного помола богата витаминами (серый пшеничный и ржаной хлеб), а высшего сорта муки тонкого помола не содержат его (белый хлеб, кондитерские изделия). Достаточно витамина В₁ содержит шпинат, капуста белокочанная, морковь, картофель, зеленый горошек.

При нагревании в кислой среде витамин В₁ сохраняет свою активность, но в щелочной среде теряет ее. При выпечке хлеба витамин сохраняется.

Для промышленного производства витамина В₁ сырьем служат дрожжи и зародыши злаков.

Недостаточность в организме витамина В₂ приводит к дерматитам (заболеваниям кожи), выпадению волос, появлению катаракты (помутнения хрусталика) и другим заболеваниям. Человеку необходимо в сутки потреблять 2 мг витамина В₂.

Наиболее богаты витамином В₂ дрожжи, печень, почки, молоко и молочные продукты, желток куриного яйца, рыба,

шпинат, горох, лук (луковица), морковь, зародыши пшеницы, кукурузы и др.

При нагревании витамин B_2 сохраняется. На свету разрушается.

В промышленности для приготовления концентратов витамина B_2 сырьем служат дрожжи и зародыши злаков.

Недостаточность в организме витамина РР вызывает заболевание — пеллагру.

Для взрослого человека суточная доза витамина РР около 20 мг, для ребенка — 15 мг.

Наиболее богаты витамином РР дрожжи, грибы, говяжья печень, тощее мясо, рыба, молоко, творог, сыр, томатный сок, картофель, морковь, гречневая крупа, земляной орех (арахис), крапива, чечевица, фасоль, шпинат, семена пшеницы и ячменя.

При нагревании витамин РР прекрасно сохраняется.

Для промышленного производства концентрата витамина РР сырьем являются дрожжи и зародыши хлебных злаков.

Недостаточность в организме витамина B_{11} вызывает анемию (малокровие).

Богаты фолиевой кислотой дрожжи, листья шпината, салата, зеленого лука, щавеля, петрушки, сельдерея, печень.

Фолиевая кислота неустойчива по отношению к температуре и свету.

Сырьем для промышленного получения фолиевой кислоты служат дрожжи и зеленые листья разных растений.

Недостаточность в организме человека витамина B_{12} вызывает нарушение кроветворения, малокровие.

Наиболее богаты витамином B_{12} печень, почки и другие внутренние органы животных.

Витамин B_{12} , как и фолиевая кислота, проявляет кроветворное действие, однако он в 1000 раз активнее фолиевой кислоты. Поскольку человек заболевает не по причине отсутствия в пище этого витамина, а вследствие утраты способности всасывания его, витамин B_{12} вводится подкожно.

В 1959 г. Институтом биохимии имени А. Н. Баха АН СССР был предложен метод получения концентрата витамина B_{12} из отходов спиртовой и гидролизной промышленности.

Недостаточность в организме витамина С вызывает заболевание — скорбут, или цингу, выражающееся в быстрой утомляемости, сонливости, головокружении, кровоточивости десен и других симптомах. При цинге резко понижается устойчивость организма против инфекционных заболеваний. Обычно цинга распространялась среди моряков во время длительного плавания, зимовок на севере, когда в пище отсутствовал витамин С. В течение суток с пищей ребенок до 7 лет должен получать 35 мг витамина С, ребенок старше 7 лет — 50 мг, взрослый — 50—75 мг, беременная или кормящая женщина — 75—100 мг.

Витамин С широко распространен в растениях, главным образом в листьях. Наибольшие количества его найдены в плодах шиповника, незрелых плодах грецкого ореха, плодах актинидии, в черной смородине, перце красном, в корнях хрена, листьях петрушки и укропа, в цветной и кочанной капусте (свежей и квашеной), зеленом горошке, зеленом луке, щавеле, шпинате, томате, салате, крапиве, плодах земляники, крыжовника, в дрожжах, хвое сосны, ели и других хвойных деревьев, в плодах лимона, апельсина, мандарина, красной смородины, терне, в редьке, редисе, баклажанах, картофеле,

луке репчатом, свекле красной, арбузе, моркови, огурцах, ежевике, первоцвете.

Интересно отметить, что селекционерами в СССР выведены новые сорта шиповника с повышенным содержанием витамина С, а именно 30% витамина на сухой вес мякоти плодов, тогда как ранее, у диких форм, плоды содержали до 5% витамина.

Витамин С растворяется в воде и спиртах, разлагается при температуре 50° и выше, а также при высушивании растений, при хранении овощей. Клубни картофеля к весне теряют 30—60% витамина С, бывшего в них осенью. При варке овощей сохраняется около 50% витамина. Хорошо сохраняется витамин С в квашеной капусте, причем богат им ее сок.

В настоящее время витамин С искусственно синтезируется в промышленном масштабе, а также экстрагируется из плодов шиповника, хвои деревьев и другого богатого витамином растительного сырья и продается в виде витаминизированных конфет, витаминизированного чая и т. п. Такие синтетические препараты и концентраты имеют особое значение весной, когда остро ощущается недостаток в пище витамина С, так как хранящиеся овощи и плоды к весне теряют его очень много.

Известно два витамина группы D: D₂ и D₃. D₂ образуется из провитамина эргостерина, распространенного в растениях, а D₃ — из провитамина 7-дегидрохолестерина, распространенного в животных тканях. Образуются витамины D₂ и D₃ из провитаминов в коже человека (и животных) при участии ультрафиолетовых лучей, при солнечном освещении или облучении кварцевой лампой.

Недостаточность витаминов группы D в организме нарушает усвоение кальция и фосфора, костеобразование и приводит к заболеванию рахитом. У больных рахитом кости мягкие и содержат 18% кальция, тогда как у здоровых кости содержат его 66%. В течение суток с пищей взрослый человек должен получить около 0,01 мг витаминов группы D, а ребенок — 0,02—0,2 мг.

Много витамина D₃ содержится в рыбьем жире. Немного витаминов D₂ и D₃ есть в яичном желтке и сливочном масле (летнем). Провитамин эргостерин в больших количествах содержится в листьях салата, лука, шпината, в дрожжах, растительных маслах.

Витамины группы D при нагревании до 130—160° С теряют активность. Для промышленного производства витамина D₂ используются дрожжи или гриб пенициллиум, дающие провитамин эргостерин, который после облучения ультрафиолетовыми лучами переходит в витамин D₂. Витамин D₃ в промышленности готовится из моллюсков мидий.

Недостаточность витамина E, или токоферола, в организме приводит к дегенерации половых желез. В опытах с крысами, кроликами, курами недостаток витамина E вызывал бесплодие. Лечение витамином E помогло человеку в случаях самопроизвольных аборт.

Много витамина E содержится в плодах помидора, citrusовых растений (лимон, мандарин, апельсин и т. п.), в семенах (зародышах) пшеницы, кукурузы, арахиса, гороха, в растительных маслах, зеленых листьях салата, эстрагона, в желтке куриного яйца.

Витамин E при нагревании в кислотах не теряет активности, но в щелочах и на свету теряет ее.

В промышленности витамин Е получается из зародышей пшеницы.

Недостаточность витамина К в организме приводит к несвертываемости крови, поэтому он применяется как кровеостанавливающее средство.

Витамины в достаточных количествах находятся в листьях шпината, крапивы, пастушьей сумки, плодах тыквы, рябины, помидорах, листьях кадуствы, корнеплодах моркови, в яичном желтке.

Витамин К устойчив к нагреванию и щелочам, но теряет свою активность в кислой среде и на свету.

Обобщая сведения об устойчивости витаминов, можно вывести следующие правила приготовления пищи с целью возможного их сохранения:

1) необходимо по возможности закрывать крышкой посуду, в которой варится пища, чтобы в нее не поступал воздух; 2) лучше не растягивать время варки пищи и готовить ее не заранее, а за 1—2 часа перед употреблением; 3) овощи класть в уже кипящую воду; 4) не следует класть в пищу соду; 5) не нужно выливать воду, в которой варятся овощи; ее следует употреблять в пищу; 6) при чистке картофеля клубней нельзя срезать толстый слой клубня; лучше картофель сварить или всичь неочищенным и потом снять тонкую пробку; 7) овощи надо чистить перед употреблением; если же необходимо их очистить заранее, то очищенные овощи следует хранить в закрытом сосуде, а картофель — в воде; 8) подогревать пищу перед употреблением следует не выше 70—80°.

Необходимо помнить, что теперь, когда витаминная промышленность выпускает различные витамины в виде таблеток, драже, порошков, сиропа и разнообразных концентратов, возможны случаи приема витаминов в чрезмерном количестве, что вредно (гипервитаминоз).

Гормоны

Близки к ферментам, витаминам по своему значению гормоны, регулирующие и стимулирующие различные процессы, происходящие в клетках растений и в организме в целом. В отличие от первых гормоны способны диффундировать из клетки в клетку, проявляя свое действие в клетках, тканях, удаленных от места их непосредственного возникновения. Хорошо изученными гормонами растений являются ауксины, или гормоны роста, стимулирующие и регулирующие рост и развитие цветковых растений. Подобные стимуляторы роста созданы искусственно и нашли применение в практике под названием гетероауксинов.

Недавно открыты вещества, так называемые гибберелины, которые стимулируют рост молодых тканей. Гибберелины вырабатываются грибом гибберела (аскомицетом), вызывающим болезнь растения риса, а также различными цветковыми растениями.

Антибиотики и фитонциды

Антибиотиками называют вещества, выделяемые некоторыми микроорганизмами (главным образом грибами, бактериями) и способные действовать угнетающе на рост, размножение других микроорганизмов или вызывающие их гибель. В то же время многие из антибиотиков не являются токсичными или в слабой степени токсичны для человека. Антибиотики представляют мощное средство борьбы с различными инфекциями и широко применяются в современной медицине.

Таковы, например, известные антибиотики пенициллин, вырабатывающийся в клетках гриба пенициллиума, грамицидин С, вырабатывающийся бациллой короткой (*Bacillus brevis*), живущей в почве, навозе, стрептомицин, тетрацилин и многие другие. В настоящее время антибиотики производятся в заводских масштабах.

Методами современной генетики и селекции выведены штаммы организмов, продуктивность которых во много раз превышает обычную, свойственную этим организмам в природных условиях.

Фитонциды — жидкие или летучие вещества, вырабатываемые в клетках семенных растений, не ядовитые для человека, но ядовитые для бактерий, простейших, грибов, некоторых видов высших растений, насекомых, моллюсков, земноводных и даже млекопитающих (крыс). Фитонциды находятся в клеточном соке или цитоплазме клеток различных органов растения. Очевидно, способность растений вырабатывать антибиотики и фитонциды развилась в процессе эволюции как способ борьбы за существование. Фитонциды проявляют избирательное действие, т. е. определенные фитонциды действуют только на организмы, принадлежащие к определенным видам.

Фитонциды открыл в 1926—1928 гг. советский ученый Б. П. Токин. Фитонциды обнаружены в 3000 видах растений, например, в чесноке, луке, хрене, горчице, картофеле, черемухе, черной смородине, землянике, сахарной свекле, томате, перце, редьке, клеоне, дубе, белом тополе, березе, ели, можжевельнике, пихте, сосне, крапиве, тысячелистнике, кровохлебке и многих других семенных растениях. В практике народной медицины давно было известно, что чеснок и редька являются хорошими средствами лечения гнойных ран.

Впервые мысль об использовании в медицине антагонизма между отдельными видами организмов была высказана И. И. Мечниковым еще в конце XIX столетия. Им было предложено путем регулярного употребления в пищу простокваши подавлять имеющимися в простокваше молочнокислыми бактериями деятельность гнилостных бактерий, живущих в кишечнике человека и приносящих ему вред.

Из фитонцидов, поражающих некоторые виды высших растений, синтезируют гербициды и вещества, которыми опрыскивают или опрыскивают хлопчатник перед механической уборкой, чтобы он сбросил листья, мешающие сбору хлопка-сырца.

Размножение клеток

Клетки размножаются путем деления. Одна материнская клетка, разделяясь на две, образует дочерние клетки. Так размножаются и одноклеточные организмы, и клетки многоклеточных организмов.

Однако между двумя получающимися после деления дочерними клетками иногда наблюдается разница, дающая некоторым биологам основание считать одну из образовавшихся клеток дочерней, а другую — материнской, например у эвглены, у дрожжей, у покрытосеменных при первом деле-

нии ядра и в их пыльцевом зерне. Две клетки, образовавшиеся вследствие деления одноклеточной зygены, отличаются тем, что у дочерней клетки сразу после деления жгутик меньший или совсем отсутствует и она менее подвижна, чем материнская клетка. Клетки, образовавшиеся при почковании дрожжей, отличаются по величине: материнская — большая клетка, дочерняя почка — меньшая. Две клетки, образовавшиеся при делении ядра в пыльцевом зерне, так называемые вегетативная и генеративная, резко различаются по величине и сходству их с материнской клеткой.

Клетки, очевидно, подчинены закону старения. Наблюдения за 8700 поколениями парамеций (пресноводных туфельек из класса ресничных инфузорий) привели к заключению, что клетки постепенно вырождались — уменьшались в размере, становились менее подвижными.

Одной из причин перехода клетки к делению является, по-видимому, нарушение соответствующего отношения объема клетки к ее поверхности. По мере роста ее объем (масса) возрастает пропорционально кубу радиуса, тогда как поверхность — пропорционально квадрату. Питание же клетки осуществляется через ее поверхность.

Наряду с этим установлено, что клетка, переходящая к делению, должна предварительно накопить соответствующее количество ядерных веществ (нуклеиновых кислот), которые должны находиться в определенном отношении к количеству белков.

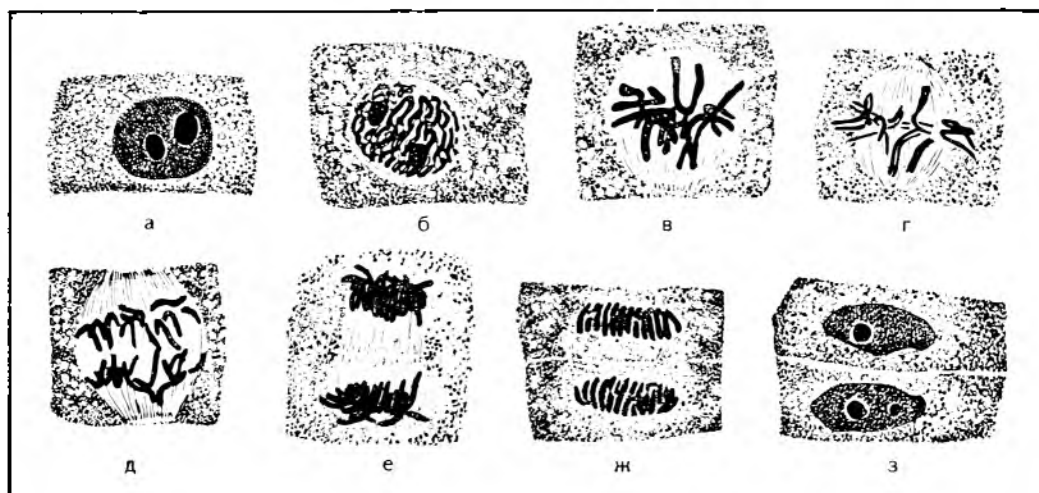
Обычно деление клетки как у растений, так и у животных, происходит путем сложного деления, называемого непрямым делением, или митозом (от греческого слова «митоз» — нить), или эквационным делением, или кариокинезом. В редких случаях наблюдается более простое деление, называемое прямым, или амитозом. При образовании спор полового размножения у высших растений наблюдается третий вид деления, называемый мейозом. У ряда низших растений и у животных мейоз происходит в процессе образования половых клеток (гамет).

Непрямое деление клетки, или митоз, как и всякое деление клетки, начинается с деления ядра — кариокинеза (от греческих слов «карион» — ядро, «кинезис» — движение). Весь сложный процесс деления ядра можно условно разделить на четыре фазы.

В течение первой фазы, называемой профазой (рис. 32), запутанные в клубок тонкие хроматиновые нити ядра укорачиваются путем спирализации, становятся толще и формируются в особые тельца, называемые хромосомами; ядрышки становятся меньше и исчезают; хромосомы являются уже двойными, т. е. построенными, каждая параллельно себе, дочерние хроматиды. К концу профазы ядерная оболочка постепенно теряет свои контуры, как бы расплываясь.

В течение второй фазы, называемой метафазой (см. рис. 32), двойные хромосомы, состоящие из сестринских хроматид, располагаются в одной плоскости, в середине клетки; оболочка ядра исчезает; от хромосом тянутся плазматические нити к двум точкам, расположенным в противоположных частях клетки. Эти точки принято называть полюсами, плоскость, в которой располагаются хромосомы, — экваториальной плоскостью, а фигуру, образованную плазматическими нитями, — фигурой веретена. Располагаются хромосомы в эквато-

32. Фазы карнокинеза в клетках корешка лука.



а — клетка до деления; б — профаза; в, г — метафаза; д — анафаза; е, ж — телофаза; з — две дочерние клетки.
Увеличение в 1650 раз (по Belar).

риальной плоскости, или экваториальной пластинке, совершенно случайно, беспорядочно в отношении друг друга.

В метафазе яснее, чем в любой другой фазе, видны хромосомы и легко их сосчитать (рис. 33). Каждый вид растения и животного имеет обычно определенное число хромосом, и это число считается характерным систематическим признаком для вида (иногда обнаруживаются в одном организме соматические клетки с разным числом хромосом). Число хромосом у разных видов варьирует от 2 у аскариды до сотен и тысяч у споровых растений (табл. 1).

Количество хромосом не связано с положением вида в филогенетической системе: у дерева ясеня столько же хромосом (46), сколько у человека; у сосны и помидора одинаковое число (24) хромосом.

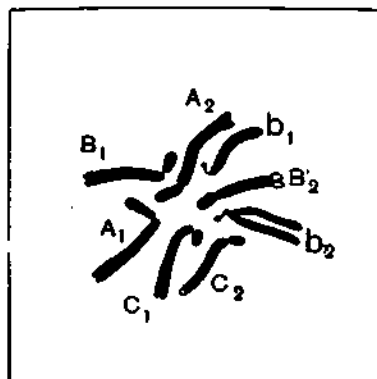
Хромосомы каждого растительного и животного вида характеризуются определенными величиной и морфологией. Длина их у разных видов варьирует от 0,2 до 50 μ , а толщина — от 0,2 до 2 μ . Хромосомы бывают длинными и короткими, палочковидными и изогнутыми, равноплечими и неравноплечими (см. рис. 33), спутничными и без спутников, с вторичной перетяжкой и без нее. Место первичной перетяжки в хромосоме определяет центромера, к которой прикрепляется в метафазе нить веретена, тянущая хромосому в анафазе к полюсу.

Каждая хромосома состоит из двух нитей — хромонем, которые в свою очередь состоят из пучка двойных нитевидных макромолекул, — микрофибрилл, имеющих в диаметре каждая 30—250 $\text{\AA}$. Нитевидные макромолекулы, составляющие хромосому, являются макромолекулами дезоксирибонуклеиновой (ДНК) и рибонуклеиновой (РНК) кислот и белков.

При каждом делении ядра воспроизводится точное количество и морфология хромосом, что доказывает сохранение их индивидуальности.

33. Хромосомы в одной плоскости, в метафазе.

Из клетки корешка скерды — *Crepis testogum*. Одинаковыми буквами отмечены гомологичные хромосомы. Увеличение в 2500 раз (по М. С. Навашину).



Вдоль тонких нитей, составляющих тело хромосомы, имеются зернышки, или хромомеры. Хромомеры хорошо видны у гигантских хромосом слюнных желез двукрылых.

В течение третьей фазы, называемой анафазой, половинки (хроматиды) каждой хромосомы, или сестринские хромосомы, расходятся к противоположным полюсам.

В течение четвертой фазы, называемой телофазой, достигшие полюсов хромосомы объединяются в довольно плотные сплетения. Образуется оболочка ядра и ядрышко

ТАБЛИЦА 1

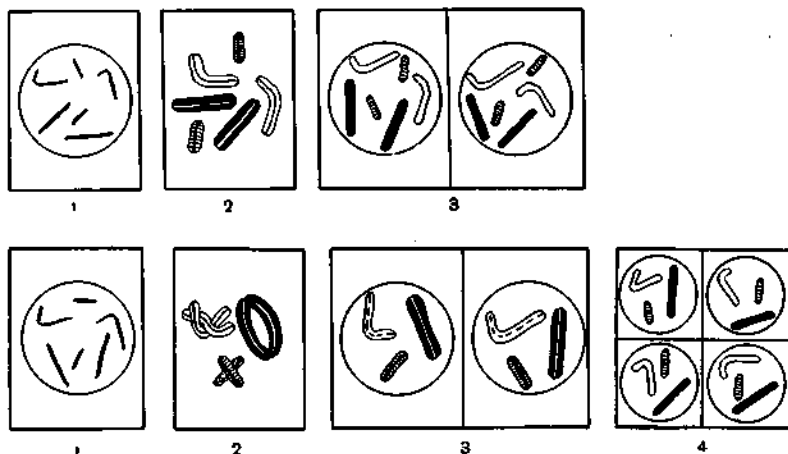
Число хромосом у некоторых растений

Спирогира — <i>Spirogyra</i>	24
Мох сфагновый — <i>Sphagnum</i>	40
Папоротник мужской — <i>Dryopteris filix mas</i>	144
Сосна обыкновенная — <i>Pinus silvestris</i>	24
Вишня обыкновенная — <i>Cerasus vulgaris</i>	32
Черешня — <i>Cerasus avium</i>	16
Лавровишня лекарственная — <i>Laurocerasus officinalis</i>	176
Горох посевной — <i>Pisum sativum</i>	14
Мак опийный — <i>Papaver somniferum</i>	22
Ясень обыкновенный — <i>Fraxinus excelsior</i>	46
Картофель — <i>Solanum tuberosum</i>	48
Помидор — <i>Lycopersicum esculentum</i>	24
Пшеница однозернянка — <i>Triticum monococcum</i>	14
Пшеница твердая — <i>Triticum durum</i>	28
Пшеница мягкая — <i>Triticum vulgare</i>	42
Кукуруза — <i>Zea mays</i>	20

Число хромосом у некоторых видов животных

Маларийный плазмодий — <i>Plasmodium malariae</i>	2
Аскарида лошадиная — <i>Ascaris megalocephala</i>	2
Дождевой червь — <i>Lumbricus terrestris</i>	36
Пчела — <i>Apis mellifera</i>	16, 32
Плодовая мушка — <i>Drosophila melanogaster</i>	8
Сазан — <i>Cyprinus carpio</i>	104
Курица домашняя — <i>Gallus gallus</i>	78
Собака домашняя — <i>Canis familiaris</i>	78
Шимпанзе — <i>Anthropopithecus troglodytes</i>	48
Человек — <i>Homo sapiens</i>	46

34. Сравнение митоза (вверху) и мейоза (внизу) (схема).



(или ядрышки). К этому времени заканчивается деление и расхождение пластид, хондриосом и других органоидов.

В середине клетки поперек нитей веретена образуются клеточные оболочки двух дочерних клеток, разделяющие пополам протопласт материнской клетки. Вот только тогда, после деления ядра, происходит деление клетки, или цитокinesis. После цитокинеза можно наблюдать две образовавшиеся дочерние клетки, похожие на материнскую клетку до ее деления, но меньшего размера.

Период между предыдущим и последующим делениями клетки называется **интеркинезом**, или **интерфазой** (от греческого слова «интер» — между). В интеркинезе клетка самообновляется, в ней происходят активные метаболические процессы, накопление нуклеиновых кислот и белков.

Открытие непрямого деления растительной клетки принадлежит русскому ботанику И. Д. Чистякову (сделано в 1871 г. и опубликовано в 1874 г.), в Германии Э. Страсбургеру (в 1875 г.) и В. Флеммингу.

Скорость деления клетки зависит от внешних условий и от ткани, к которой клетка принадлежит. При низкой температуре деление замедляется или совсем останавливается. Деление клетки совершается в период от нескольких десятков минут до 20 часов. Обычно оно продолжается 1—2 часа, причем метафаза и анафаза длятся по 2—15 минут, а профаза и телофаза — по 30—60 минут.

Амитоз

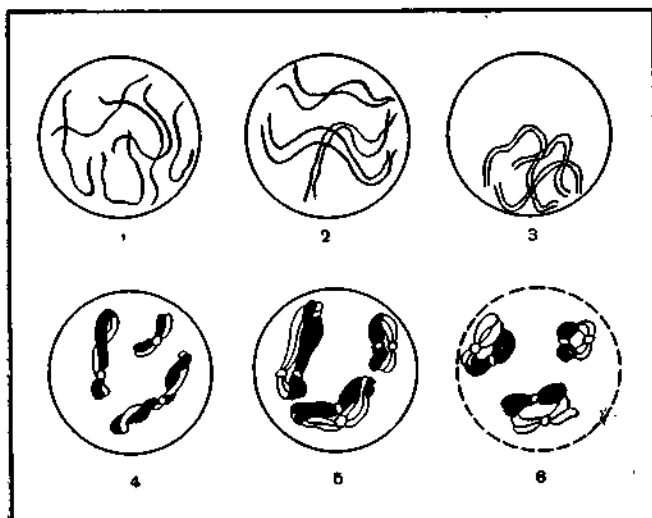
Прямое деление клетки, или **амитоз**, совершается путем вытягивания ядра и перешнуровывания его на две части. Вслед за делением ядра происходит деление клетки. Такое прямое деление наблюдается редко — у некоторых видов бактерий, грибов, у некоторых клеток высших растений, у клеток раковых опухолей человека. Есть основания полагать, что прямое деление есть неясно выраженное ускоренное не прямое деление.

Мейоз

Мейоз, или **редукционное деление**, происходит у высших растений только при образовании спор полового размножения, из которых впоследствии сложным путем возникают половые клетки. Фазы мейотического деления похожи на фазы митотического деления. Существеннейшей разницей между мейозом и митозом является то, что в начале мейоза гомологичные хромосомы сходятся (**конъюгируют**)

35. Мейоз (схема).

- 1 — лептотена;
 2 — зиготена;
 3 — синاپсис, или синизезис;
 4 — пахитена;
 5 — диплотена;
 6 — диакинез (схема).



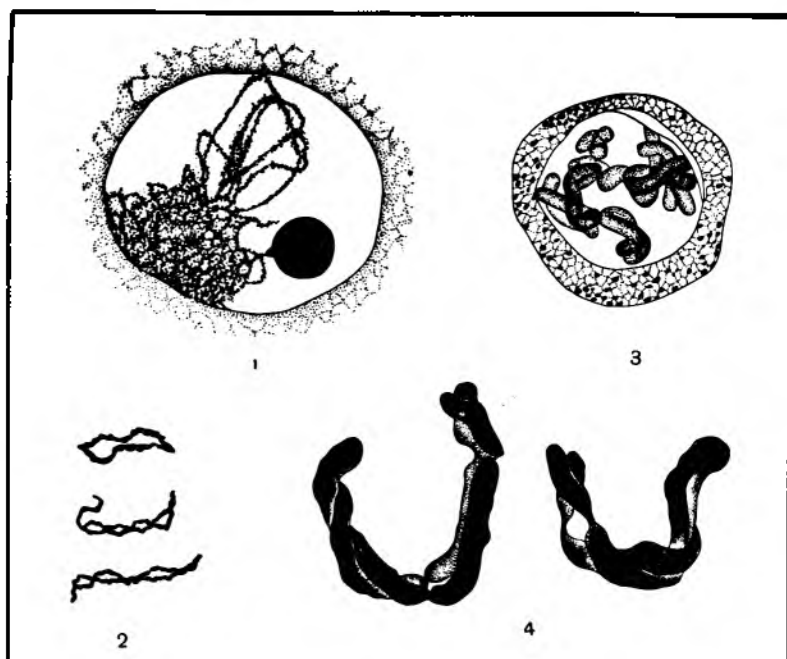
попарно и впоследствии, в анафазе, эти спаренные хромосомы расходятся к противоположным полюсам, тогда как при митозе хромосомы не сходятся попарно, а удваиваются и к полюсам расходятся их половинки. В результате мейоза число хромосом в клетке уменьшается вдвое, т. е. редуцирует, почему и деление это назвали редукционным (рис. 34).

Половые клетки по сравнению с соматическими клетками тела имеют вдвое меньшее, так называемое гаплоидное (n), число хромосом. При оплодотворении, когда две половые клетки сливаются, число хромосом снова увеличивается вдвое, т. е. становится обычным, так называемым диплоидным ($2n$), характерным для данного вида. Так, например, в половых клетках лекарственной ромашки имеется 9 хромосом, а в соматических клетках — 18. Диплоидное число хромосом в соматических клетках организма состоит из парных, морфологически неотличимых, так называемых гомологичных хромосом.

Рассмотрим ряд характерных деталей мейоза, которыми он также отличается от митоза (рис. 35). В профазе мейоза проходит целый ряд закономерных изменений хроматиновых нитей. Это следующие стадии: 1) лептотена, во время которой в ядре формируется обычное, диплоидное число хромосомных нитей; 2) зиготена, во время которой гомологичные хромосомы притягиваются и видно их параллельное расположение; 3) синизезис, или синизезис, во время которого все хромосомы собираются в один клубок у оболочки ядра; 4) пахитена, во время которой клубок хромосом распутывается, парные хромосомы переплетаются, обвивают друг друга, утолщаются, образуют геминии, или биваленты, и видно, что каждая хромосома расщеплена на две, состоит из двух хроматид (или даже из 4 хромонем); 5) диплотена, во время которой спарившиеся, гомологичные хромосомы в бивалентах отталкиваются друг от друга (сначала начинают отталкиваться их центромеры), начинают расходиться и при этом разрываться и обмениваться частями; 6) диакинез, во время которого биваленты хромосом максимально укорачиваются и утолщаются и, наконец, начинают образовываться веретено и профаза переходит в метафазу.

36. Моменты конъюгации хромосом в материнской клетке пыльца.

1 — *Gossypium hirsutum*, ядро в стадии синхизиса, увеличение в 2000 раз (рисунок автора);
 2 — *Drosera longifolia*, геминии в диплотееновой стадии, увеличение в 2000 раз (по Belar);
 3 — *Allium tricoccum*, стадия диакинеза, увеличение в 1300 раз (по Belar);
 4 — *Vicia faba*, два геминии, стадия диакинеза, увеличение в 2300 раз (по Belar).



После метафазы следуют анафаза и телофаза.

Необходимо обратить внимание на стадии диплотееновую и диакинез, когда пары переплетающихся гомологичных хромосом, называемых геминии, или биваленты, действительно так тесно переплетаются, что легко могут разрываясь, обмениваться частями (рис. 36).

Мейозис никогда не заканчивается описанным делением, носящим название первого деления мейоза, или редукционного деления, или гетеротипического деления. Сразу же после гетеротипического деления, после короткой интерфазы, следует второе деление мейоза или гомеотипическое деление, протекающее по типу митоза. В результате этого гомеотипического деления получаются 4 клетки, так называемая тетрада (см. рис. 34) с гаплоидным числом хромосом в ядрах.

Мейозис был открыт русским ботаником В. И. Беляевым в 1891 г. и впоследствии детально изучен рядом цитологов.

Растительные ткани

2

Тело многоклеточного высокоорганизованного растения состоит из разнообразных клеток. Это разнообразие определяется различными условиями, в которых клетки образуются и развиваются, и разными функциями, которые они выполняют в течение своей жизни. Так, клетки, расположенные внутри корня или стебля, находятся под защитой коры и основной их функцией является проведение воды с растворенными в ней питательными веществами. Клетки, расположенные на поверхности стебля, листа, подвергаются непосредственно воздействию внешней среды и основной их функцией является защита лежащих под ними клеток. Клетки мякоти листа защищены наружными клетками кожицы листа, они содержат хлоропласты и их основной функцией является фотосинтез. Такие объединения клеток, сходных по выполняемым ими функциям, по общему происхождению и имеющих сходное строение, называют тканями.

В зависимости от выполняемой функции различаются следующие ткани: образовательные, питающие или основные, покровные, проводящие, механические и выделительные.

Кроме того, ткани могут разделяться и по другим признакам. Так, различают ткани живые и мертвые. Последние хотя и лишены протопластов в клетках, но продолжают выполнять важные физиологические функции. Ткани могут быть плотными и рыхлыми в зависимости от степени развития межклетников. Они могут быть паренхиматическими или прозенхиматическими в зависимости от конфигурации клеток, толсто-стенными или тонкостенными — по толщине клеточных оболочек и т. п. Ткани образуются в результате деления, роста и дифференцировки клеток.

Образовательные ткани

Образовательные ткани, или меристемы, являются начальными, эмбриональными плотными тканями, состоящими из живых недифференцированных клеток, из которых образуются все прочие разнообразные ткани. Последние специализированы для выполнения каких-либо определенных физиологических функций и объединяются под названием постоянных тканей. Различают первичные и вторичные меристемы.

Клетки первичной меристемы мелкие, паренхимные, с тонкими пектиново-целлюлозными оболочками. Протопласт представлен густой цитоплазмой, очень крупным ядром и зачаточными, мелкими лейкопластами (пропластиды). Вакуоли многочисленные, мельчайшие, заполненные густым содержимым.

37. Наружный вид конуса нарастания стебля.

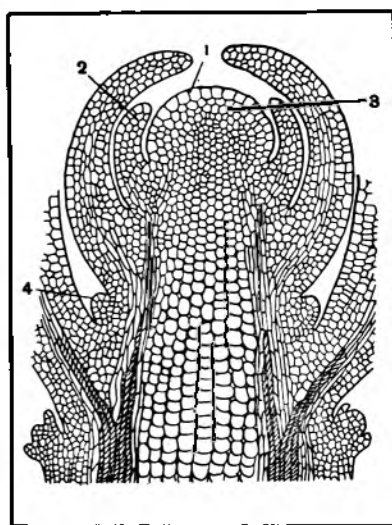
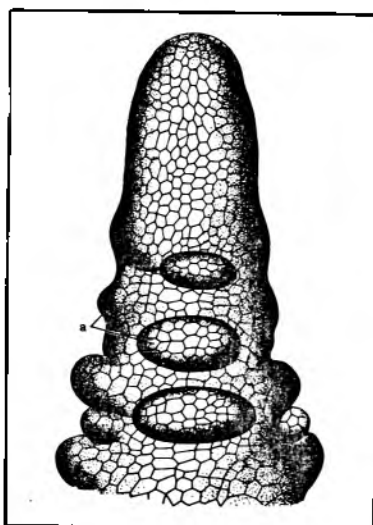
38. Продольный разрез конуса нарастания стебля.

К рис. 37

а — бугорки-зачатки листьев.
Увеличение в 250 раз.

К рис. 38

1, 3 — меристема;
2 — зачаток листа;
4 — зачаток пазушной почки.
Увеличение в 200 раз.



Первичная меристема

Первичные меристемы, или промеристемы, закладываются еще в зародыше семени и впоследствии находятся на концах стеблей, в так называемых конусах нарастания (рис. 37 и 38) (стебель неограниченно растет своей верхушкой), на концах корней (см. рис. 67) (корень неограниченно растет своим концом), в основаниях междоузлий стеблей злаков и других растений (см. рис. 82) (междоузлия ограничено растут в своих основаниях — вставочный рост) и в пластинках листьев, которые ограничено и неравномерно растут на протяжении всего органа. Во всех этих местах происходит рост растения и из первичных меристем образуются разнообразные постоянные ткани, первичные по происхождению, так как образовались непосредственно из первичной меристемы.

Вторичная меристема

Вторичные меристемы закладываются в постоянных тканях, образовавшихся в свое время из первичной меристемы. Они находятся в стебле и корне, занимая боковое положение по отношению к оси органа. Это камбий (см. рис. 73, 97, 99, 100, 102), вследствие деятельности которого стебель и корень растут в толщину. Это пробковый камбий (см. рис. 48 и 50), делением клеток которого на стебле и корне образуется пробка. Вторичные меристемы возникают только у высокоорганизованных растений, голосеменных и покрытосеменных; у папоротникообразных и мохообразных вторичных меристем не наблюдается. Клетки вторичных меристем, сохраняя в своей структуре общие черты эмбриональной ткани, часто имеют пную форму.

На продольных срезах кончика корня (см. рис. 67) и кончика стебля (см. рис. 38) видно, как клетки первичной меристемы по мере развития позже превращаются (дифференцируются) в клетки разных тканей. На самом кончике стебля, в его конусе нарастания, как и на самом кончике корня, под его чехликом, в конусе нарастания, мы наблюдаем усиленно делящиеся клетки первичной меристемы. Дальше от кончика стебля и корешка расположены более старые клетки меристемы; они значительно большего объема и в них имеются

крупные вакуоли. Наконец, еще дальше от кончиков стебля и корешка, где клетки еще более старые, наблюдается их превращение в специализированные клетки той или иной ткани, их дифференциация. Таким образом, меристема проходит три этапа в своем развитии: деление (рост путем новообразования клеток), растяжение (рост за счет увеличения объема и массы клеток) и дифференцировку (превращение в клетки той или иной постоянной ткани).

Питающие или основные ткани

Питающие, или основные, ткани — наиболее распространенные в теле растения. Они обычно занимают все пространство между покровной, проводящей и другими тканями, создавая основную массу тела травянистых растений. Они имеются в стебле и корне, в которых проводящие ткани погружены в основную ткань, в листе, составляя мякоть его, в клубнях и семенах, где в их клетках откладываются запасные питательные вещества.

Основные ткани, состоящие из живых паренхимных клеток, являются чаще рыхлыми тканями. В зависимости от места нахождения в организме и выполняемой функции клетки основных тканей различны. Иногда их целлюлозные оболочки одревесневают (например, в сердцевине стебля). Различно их содержимое (хлорофилл, крахмал, алкалоиды, дубильные вещества, кристаллы солей и др.), меняется их строение. В соответствии с этим различают следующие основные ткани: поглощающие, ассимиляционные и запасные.

Поглощающая ткань

Поглощающая ткань расположена в концах корней преимущественно в той части, где происходит всасывание корневыми волосками из почвы воды и растворенных в ней минеральных солей. Эти растворы через корневые волоски эпидермы корня поступают в поглощающую ткань и передаются далее специальным проводящим тканям в центре корня. Клетки ее паренхимные, с несколько утолщенными оболочками. Протопласт лишен окрашенных пластид.

Ассимиляционная ткань

Ассимиляционная ткань, или хлоренхима характеризуется хлорофиллоносными клетками, в которых протекает фотосинтез. Ассимиляция углерода, как уже выяснялось выше, происходит на солнечном свете, поэтому и ассимиляционная ткань зеленых листьев, зеленых стеблей находится непосредственно под покрывающей их прозрачной кожей. Клетки, составляющие ассимиляционную ткань, то располагаются плотно (например, в столбчатой паренхиме листа, см. рис. 116), то образуют рыхлую ткань с крупными межклетниками и воздухоносными полостями, способствующими газообмену и испарению воды (например, в губчатой паренхиме листа, см. рис. 65 и 114).

Особую форму хлоренхимы представляет складчатая паренхима, свойственная листьям (хвое) наших хвойных деревьев. Целлюлозные оболочки ее клеток образуют вдающиеся внутрь складки, чем достигается значительное увеличение поверхностного слоя цитоплазмы с заключенными в нем хлоропластами, что создает для последних лучшие условия освещения.

39. Разрез через запасную ткань зерновки пшеницы.

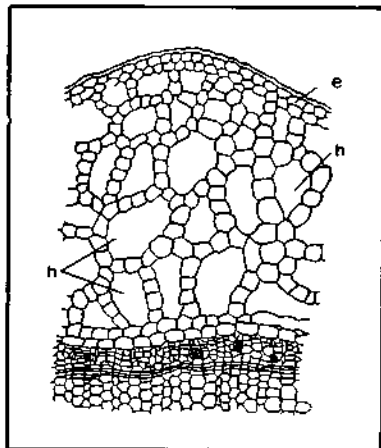
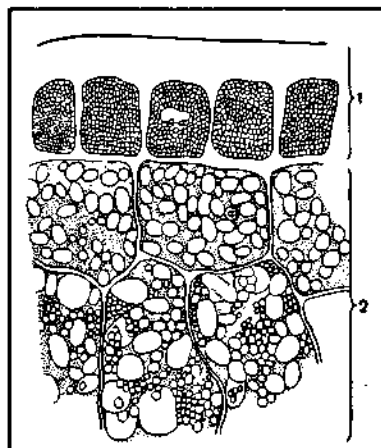
40. Часть разреза воздухоносной паренхимы стебля аврана аптечного.

К рис. 39

1 — клетки с алевроновыми зернами;
2 — клетки с крахмальными зернами.
Увеличение в 400 раз.

К рис. 40

е — эпидерма;
h — воздухоносные полости.



Запасная ткань

Запасная ткань характеризуется живыми паренхимными клетками, наполненными отложившимися в них запасными питательными веществами, — крахмалом, инулином, сахаром, белком, маслом и др. Кроме этого, в них иногда откладываются алкалоиды, гликозиды, дубильные вещества, каучук и др. Запасная ткань преобладает в семенах (рис. 39), клубнях (см. рис. 25), луковицах, корнях, «корнеплодах» и стеблях травянистых растений, деревьев и кустарников. Встречается запасная ткань и в листьях.

Через питающие ткани путем диффузии может проходить — из клетки в клетку — вода с растворенными в ней веществами.

Аэренхима

С питающими тканями сходна воздухоносная паренхима, или аэренхима. Она развивается у растений, живущих в воде или на почвах, пересыщенных влагой, и способствует газообмену. Аэренхима имеет большие воздухоносные полости (рис. 40), возникающие как крупные межклетники или путем отмирания и разрушения тканей.

Клетки основных тканей способны превращаться в делящиеся клетки вторичной меристемы (камбий), что имеет большое практическое значение при ранении растения, при его вегетативном размножении.

Покровные ткани

Покровные ткани покрывают снаружи органы растений, защищая их от неблагоприятных воздействий внешней среды (иссушающего ветра, высокой или низкой температуры, солнечного перегрева, механических повреждений, нападения бактерий, грибов, насекомых и т. д.). К покровным тканям относятся эпидерма, пробка и корка.

Эпидерма

К первичным, т. е. образующимся еще из первичной меристемы, покровным тканям относится эпидерма (эпидермис), или кожица. Эпидерма покрывает все части растения и толь-

41. Ветвистые многоклеточные волоски на листе коровяка.

42. Эпидерма листа хлопчатника.

К рис. 41

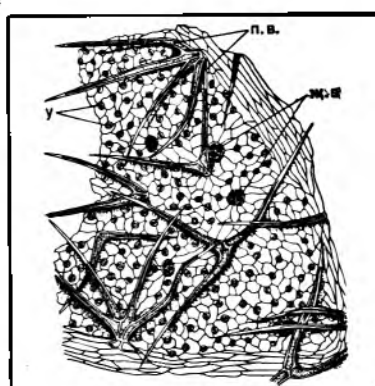
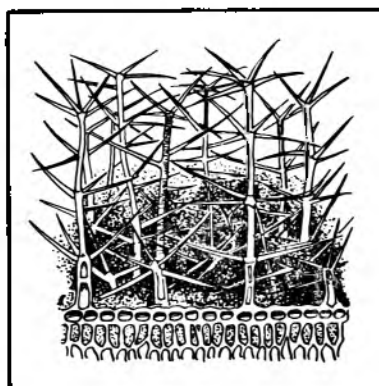
Увеличено в 70 раз.

К рис. 42

п. в. — простые волоски;
ж. в. — железистые волоски;

у — устьица.

Увеличение в 100 раз.



ко у многолетних растений она сменяется вторичной покровной тканью — пробкой. Эпидерма — паренхимная плотная ткань. Плоские клетки эпидермы часто имеют извилистые боковые стенки, что значительно повышает прочность соединения клеток. Наружные части оболочки утолщены. Клетки ее живые, прозрачные. Цитоплазма в клетках расположена постенно, в центре клетки находится крупная вакуоль, ядро у стенки. Клетки эпидермы, кроме замыкающих клеток устьиц, как правило, лишены окрашенных пластид, содержат только лейкопласты. Обычно эпидерма бывает однослойной и редко состоит из двух или нескольких слоев клеток, как например у комнатного фикуса.

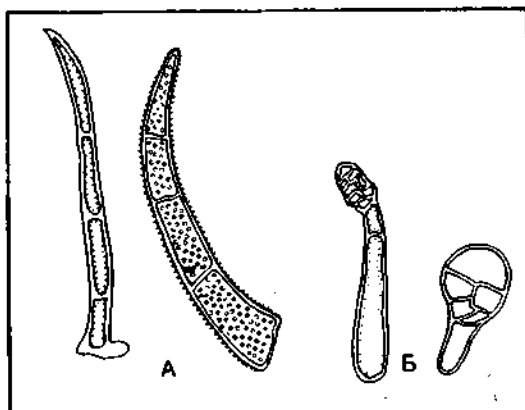
На разных органах растения и у разных видов, живущих в различных условиях, наблюдаются разнообразные изменения эпидермы. То на поверхности эпидермы, особенно у засухоустойчивых растений, образуется кутикулярная пленка — кутикула или восковой налет, то оболочки клеток эпидермы минерализуются или одревесневают, то в клетках эпидермы вырабатываются пигменты (антоциан и др.), обуславливающие окраску лепестков цветков или листьев (красная капуста), то в клетках содержатся хлоропласты (папоротники и др.), то из них образуются разнообразные волоски, щетинки, сопочки.

Волоски бывают одноклеточные и многоклеточные. По ветвистости различают волоски простые и ветвистые (например, на листьях коровяка — рис. 41). По форме различают волоски звездчатые, головчатые, крючковидные (например, на плодах репейника) и других форм. Волоски бывают и железистые (рис. 42, 43; см. рис. 31). Железистые волоски выделяют эфирные масла, смолистые вещества и другие секреты. По форме волосков можно определять порошкообразную смесь из листьев разных видов растений, что имеет большое практическое значение для фармацевтов (см. рис. 43).

Эпидерма семени хлопчатника образует длинные одноклеточные простые волоски. Длина их достигает 60 мм и более, тогда как толщина остается равной 15 м. Растущий волосок является живой клеткой (рис. 44); позже у выросшего волоска протопласт отмирает, остается одна целлюлозная оболочка, полость которой заполнена воздухом, почему волосок и представляется белым. Вата состоит из таких волосков, содержащих более 90% чистой целлюлозы. Из волосков получается пряжа и хлопчатобумажные ткани.

43. Простые (А) и железистые (Б) волоски дурмана (слева) и белены (справа).

Увеличение в 350 раз
(по Г. А. Романович).



На листьях и стеблях крапивы образуются одноклеточные жгучие волоски, оболочка которых (в верхней части волоска) пропитывается кремнеземом и потому волосок становится ломким. В живой клетке волоска вырабатываются ядовитые муравьиная кислота и фермент. Если задеть такой волосок, верхушка его легко отламывается, острый твердый край ранит кожу и в ранку изливаются ядовитые вещества, вызывающие воспаление кожи.

Насекомоядные растения, например росянка (см. рис. 121), имеют на листьях особые железистые волоски, выделяющие ферменты, посредством которых происходит переваривание органических веществ пойманного насекомого.

У некоторых видов растений (например, у тыквы) из клеток эпидермы стебля образуются крупные многоклеточные одревесневшие шиповидные волоски. Тот факт, что шиповидные волоски являются образованиями эпидермы, подтверждается тем, что при сдирании эпидермы они остаются на ней.

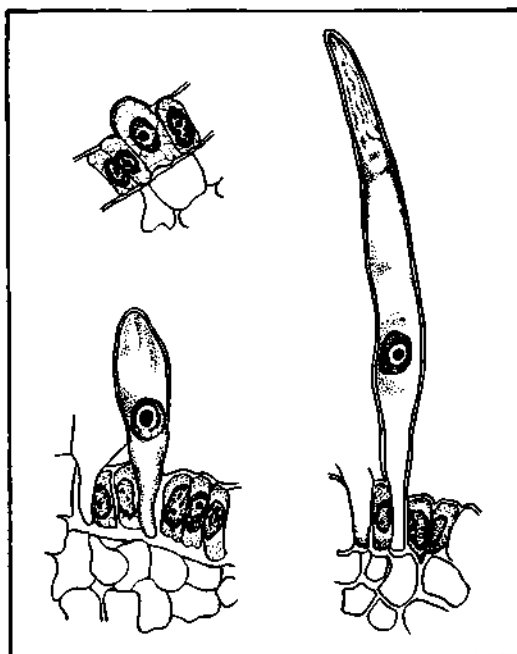
У некоторых видов растений (фиалки, анютины глазки и др.) из клеток эпидермы лепестков образуются короткие выросты — сосочки, придающие поверхности лепестков цветка бархатистость. Подобные сосочки образуются и на листьях некоторых видов, особенно тропических, растений.

Между растительным организмом и внешней воздушной средой непрестанно происходит газообмен в процессах фотосинтеза и дыхания и выделяется парообразная вода (транспирация). Естественно, эти процессы не могли бы совершаться в полной мере, если бы все тело растения было сплошь покрыто эпидермой. Газообмен и транспирация происходят через специальные устьица. Устьице образовано двумя клетками эпидермы полулунной формы, называемыми замыкающими клетками. Это живые, смежные, в отличие от других, содержащие хлоропласты клетки (рис. 45, см. рис. 42). Между замыкающими клетками имеется щель, которая может закрываться и открываться в зависимости от тургорного состояния замыкающих клеток. Под устьищем расположена воздушная полость.

Если в растении воды много (или на свету в замыкающих клетках синтезируется сахар и туда притекает вода), то тургор повышается, вследствие чего расходятся верхняя и нижняя толстые оболочки замыкающих клеток, тонкая образующая устьичную щель оболочка растягивается, выпрямляется.

44. Волоски семян хлопчатника.

Слева сверху — начало роста волоска; слева внизу — волосок в возрасте сугот; справа — волосок в возрасте 3 суток. Увеличение в 400 раз (рисунок автора).



и устьице раскрывается (рис. 46). И, наоборот, если в замыкающих клетках прекращается синтез сахара или он переходит в крахмал и потому концентрация сахара в клеточном соке падает, то замыкающие клетки теряют воду и тургор понижается, вследствие чего сближаются верхняя и нижняя оболочки замыкающих клеток и тонкие оболочки, ограничивающие щель, выпячиваются навстречу друг другу, закрывая устьице. Таким образом, устьица, открываясь или закрываясь, регулируют транспирацию и газообмен растений; при недостатке влаги устьица закрываются, испарение воды растением значительно сокращается.

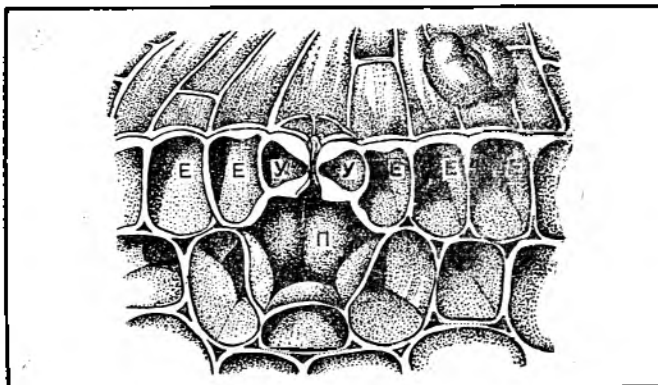
У большинства растений устьица на пластинках листа располагаются преимущественно с нижней стороны, а у некоторых видов растений (груша, крапива, смородина, рябина, чай и др.) — только с нижней стороны. У водных растений с листьями, плавающими на воде, устьица имеются только у верхней эпидермы. Количество устьиц очень велико: у подсолнечника на нижней стороне листа на 1 мм^2 насчитывается около 200 устьиц; следовательно, на всем листе будут миллионы устьиц. В среднем число устьиц равно 100—300 на 1 мм^2 .

У многих видов растений есть особые устьица, через которые выделяются капли жидкой избыточной воды. Это водные устьица (рис. 47). Они располагаются по краю пластинки листа, по ее зубчикам. Вода обычно подводится к водным устьицам водными железами, гидатодами. Явление выделения воды через водные устьица называется гуттацией.

Эпидерма, покрывающая кончики корней, не имеет ни кутикулы, ни воскового налета, ни устьиц, ни других образований, вырабатываемых эпидермой надземных частей растений. Наоборот, оболочки эпидермальных клеток кончика корня тонки и легко пропускают воду. Это связано с иной ее функцией — всасыванием воды и поглощением минеральных веществ. Поэтому эпидерму кончиков корней называют э п и-

45. Модель поперечного разреза эпидермы листа.

Е — клетки эпидермы;
У — замыкающие клетки
устыица;
П — воздушная полость.



блемой. Клетки эпидлемы образуют тонкие выросты — корневые волоски, значительно увеличивающие всасывающую поверхность клеток. Длина корневых волосков достигает 1 см (см. рис. 71). Вода с растворенными минеральными солями, поглощенная из почвы эпидлемой с массой корневых волосков, переходит из нее в клетки поглощающей ткани, расположенной под эпидлемой.

Первичная покровная ткань — эпидерма — у многих видов растений существует только в течение одного вегетационного периода. Обычно в конце вегетационного периода эпидерма отмирает и сменяется вторичной покровной тканью серого и бурого цвета — пробкой. У многих видов растений наблюдается жизнь эпидермы более года, например у листьев лавровишни и лавра, у побегов платана, листьев хвойных деревьев. Вторичная покровная ткань образуется на стеблях, корнях, клубнях (картофель, топинамбур), иногда на плодах (яблоки, груши), на местах ранения растения, на местах прикрепления листьев, обнажающихся при их опадении осенью.

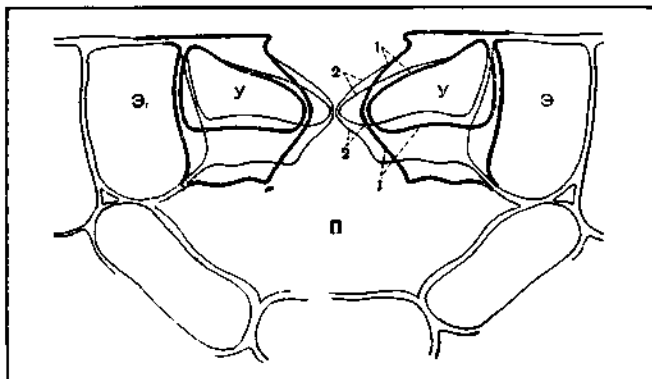
Пробка и перидерма

Вторичная покровная ткань называется пробкой и образуется следующим образом. Обычно из живых клеток основной ткани, лежащей под эпидермой (дуб, береза, смородина и др.), или клеток самой эпидермы (яблоня, груша, ива и др.) формируются путем их деления клетки вторичной меристемы. Клетки вторичной меристемы делятся и образуют клетки двух родов: снаружи клетки с опробковевшими оболочками, а потому отмирающие, образующие пробковую ткань, внутри — паренхимные клетки, образующие живую основную ткань, феллодерму. Таким образом, возникает комплекс трех тканей: во-первых, непрерывно нарастающей собственно покровной ткани, многослойной пробки, во-вторых, образовательной ткани, однослойного феллогена, или пробкового камбия, и, в-третьих, основной ткани многослойной, содержащей хлоропласты, феллодермы. Весь комплекс этих трех тканей называется перидермой (рис. 48).

Пробка — плотная ткань бурого цвета, состоит из клеток с утолщенными, опробковевшими, непроницаемыми оболочками и потому с отмершими протопластами. Полости мертвых клеток пробки заполнены воздухом (например, у дуба) или белым зернистым веществом, бетулином, обуславливающим белый цвет пробки (у березы), или дубильными веществами. Пробка не пропускает жидкости и газы, устойчива по отно-

46. Поперечный разрез устьица (схема).

Э — клетки эпидермы;
У — замыкающие клетки устьица и положение их оболочек при открытом (1) и закрытом (2) устьице;
П — воздушная полость.



шению к кислотам, не проводит тепла, электричества и звука, не загнивает. Эти свойства пробковой ткани обусловили ее использование для закупорки бутылок, как изоляционного материала в самолетостроении, для холодильников и т. п.

Известны древесные растения, образующие на стволах и ветвях довольно толстые слои пробки. Это пробковый дуб, амурское бархатное дерево, пробковый вяз. Пробковый дуб возделывается в Алжире, Тунисе, Испании, Португалии. Разводят его и на Черноморском побережье Крыма и Кавказа. Амурское бархатное дерево дико произрастает на Дальнем Востоке. Но его разведение возможно и в других местах СССР, вплоть до северных областей. Пробковый вяз произрастает на юге СССР. Наиболее высококачественная пробка получается у пробкового дуба. Каждые 9—12 лет у пробкового дуба снимают слой пробки толщиной 5—10 см, и так в течение 200 лет жизни пробкового дуба. У березы также можно сдирать пробковую ткань (бересту), на месте которой может возобновляться новая пробка.

Газообмен и транспирация между покрытыми пробкой органами растения и внешней средой совершаются через имеющиеся в пробке чечевички, по своим функциям подобные устьицам эпидермы. Чечевички легко заметны на поверхности стебля. Они представляются продолговатыми или округлыми бугорками. У березы, например, чечевички располагаются на стволе поперечными узкими линиями коричневого цвета, достигающими в длину 10 мм (рис. 49). Строение чечевички видно при рассмотрении под микроскопом поперечного разреза стебля (рис. 50.) Чечевичка представляет как бы вспучивание и разрыв пробковой ткани, заполненный округлыми опробковевшими клетками с многочисленными воздушными пространствами между ними. Это выполняющие клетки. Воздух проходит через межклеточные пространства чечевички к внутренним тканям стебля. Под выполняющими клетками находится порождающий их феллоген и под ним — феллодерма. Осенью феллоген чечевички может откладывать пробковые клетки, закупоривающие чечевичку, а весной разрастающиеся выполняющие клетки, которые могут вновь прорывать эту пробковую пленку. У некоторых видов растений, например у сосны, чечевичек нет. Пробка у них образуется не сплошная и в тех местах, где ее нет, происходит газообмен.

47. Капли воды, выделенные водянными устьицами.

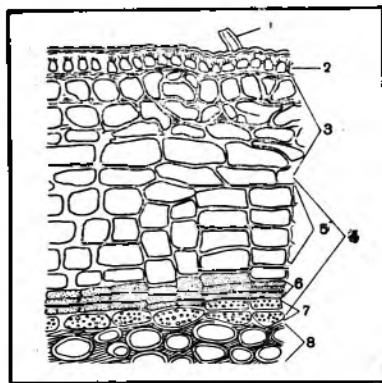
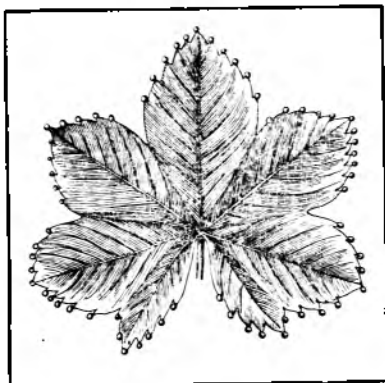
48. Перидерма на поперечном разрезе стебля смородины.

К рис. 47

Натуральная величина.

К рис. 48

- 1 — волосок;
- 2 — эпидерма;
- 3 — первичная кора;
- 4 — перидерма;
- 5 — пробка;
- 6 — феллоген;
- 7 — феллодерма;
- 8 — луб.



Легко доказать, что через чечевички воздух проникает во внутренние ткани. Достаточно взять кусок ветки дерева длиной 10—20 см, закупорить воском один ее срез, погрузить в воду и в другой срез вдвухать воздух — пузырьки воздуха будут выходить из чечевичек.

Корка

У некоторых видов растений, например у пробкового дуба, бука, однажды образовавшийся феллоген остается навсегда и из года в год образует новые слои пробки. У большинства же растений, например у сосны, дуба черешчатого обыкновенного, бывает иначе. Феллоген, образовавший слой пробковой ткани, отмирает и под ним из живых клеток коры возникает новый феллоген, который начинает образовывать новую пробку. Эта новая пробка отделяет расположенные снаружи от нее различные ткани коры, изолирует их от внутренних тканей ствола и они отмирают. Таким образом возникает новое покровное образование — корка, являющаяся собранием различных (пробка, феллоген, феллодерма, паренхима коры и др.) отмерших тканей. В дальнейшем нарастание многолетнего стебля в толщину приводит к растрескиванию периферической части корки и ее постепенной утрате, сдвиганию с поверхности и нарастанию изнутри. Вот почему стволы старых деревьев имеют изрезанную глубокими бороздами сбрасывающуюся корку.

К покровным тканям может быть отнесен корневой чехлик, прикрывающий первичную меристему кончика корня. Корневой чехлик рассматривается в главе об анатомии корня.

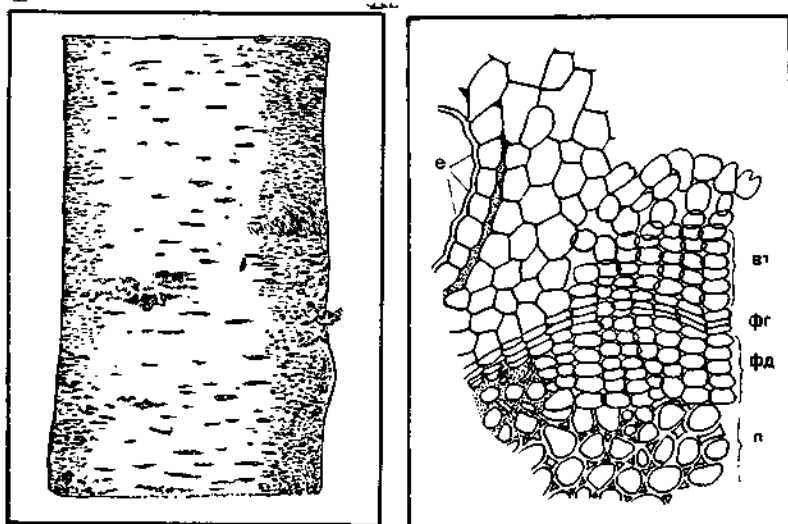
Проводящие ткани

В растительном организме наблюдается два противоположных тока воды с растворенными в ней питательными веществами. Один ток идет от концов корней к листьям — восходящий ток. Вода с растворенными в ней минеральными солями всасывается корнями из почвы и расходуется по всему растительному организму, следуя по проводящим тканям корней и стеблей, к листьям, цветкам и плодам. Весной восходящий ток несет в себе сахара и другие органические ве-

49. Ствол березы с чечевичками на поверхности. 50. Разрез через чечевичку.

К рис. 50

е — эпидермис;
вт — выполняющая
ткань;
фг — феллоген;
фд — феллодерма;
п — паренхима коры.
Увеличение в 100 раз.



щества, отложенные в клубнях, корнях, так называемую пасоку. Другой ток идет в общем направлении от листьев к корням. Это нисходящий ток. Органические вещества (углеводы, белки и др.), синтезированные в зеленых органах растений, растворяются в воде и расходятся по всему растительному организму, к плодам, концам корней, клубням. Местами нисходящий ток может подниматься вверх, например к растущей верхушке стебля или к созревающим плодам. Эти токи растворов в растительном организме совершаются по специальным разнообразным проводящим тканям.

Восходящий ток идет по трахеидам и сосудам или трахеям.

Трахеиды

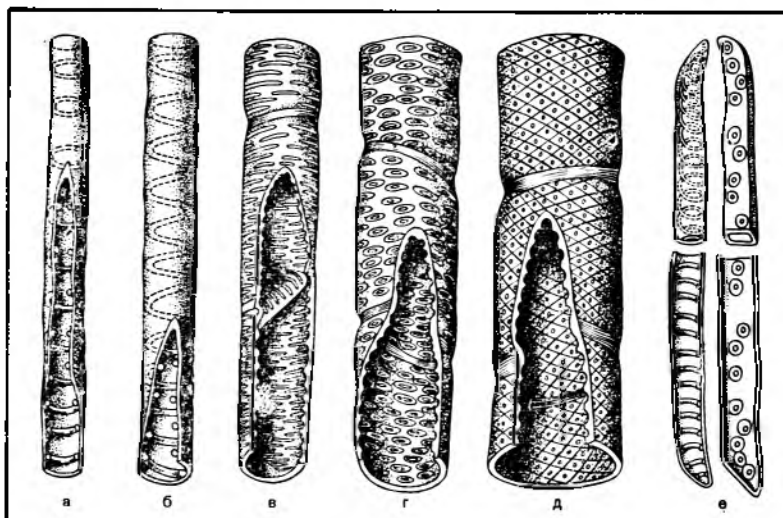
Трахеиды являются длинными (прозенхимными) узкими мертвыми клетками с одревесневшими оболочками, концы которых заострены или закруглены (рис. 51). Длина трахеид у разных видов растений варьирует от долей миллиметра до нескольких сантиметров; в среднем она равняется 1 мм. Диаметр поперечного сечения трахеид колеблется от десятков до сотен микронов. Вполне сформировавшиеся трахеиды не имеют протопласта. На внутренней стороне стенок трахеид имеются разнообразные утолщения. Эти утолщения имеют форму то колец (кольчатые трахеиды), то спирали (спиральные трахеиды), то стенка трахеиды утолщается так, что места утолщенные чередуются с местами тонкими и утолщения получают форму ступенек лестницы (лестничные трахеиды), то стенка трахеиды утолщается так, что тонкие места остаются лишь отдельными точками, представляющими поры (точечные трахеиды) (см. рис. 51).

Кроме таких простых, в трахеидах наблюдаются сложного строения поры так называемые окаймленные поры, через которые как и через другие, проходят растворы в поперечном направлении в рядом расположенные трахеиды или другие клетки. В месте окаймленной поры, как и в месте простой поры, нет толстой вторичной клеточной оболочки, а имеется лишь очень тонкая пленка первичной оболочки. Окаймленная пора имеет сложное строение и отличается от простой поры

31. Сосуды и трахеиды.

Сосуды:

- а — кольчатый;
- б — спиральный;
- в — лестничный;
- г — точечный;
- д — сетчатый;
- е — трахеиды с кольчатыми и спиральными утолщениями (слева) и с окаймленными порами (справа) (схема по П. М. Жуковскому).



тем (рис. 52), что вторичные оболочки смежных клеток в месте поры образуют камеру, в середине которой имеется тонкая пленка первичной оболочки. Эта тонкая пленка может занимать срединное положение и тогда в камеру и из камеры относительно свободно переходит вода, просачиваясь через тонкую пленку; пленка может и прислониться к отверстию камеры, закрывая его своей утолщенной средней частью — торусом; тогда прохождение раствора из клетки в смежную клетку (трахеиду) будет тормозиться или полностью прекращаться.

В процессе эволюции трахеиды являлись первичными специализированными проводящими воду элементами (клетками) у высших растений. Исследование псилофитов и других примитивных, а также более высокоорганизованных растений показало, что эволюция трахеид протекала в следующем направлении: трахеиды с кольчатыми утолщениями с внутренней стороны, трахеиды со спиральными утолщениями, с лестничными утолщениями, трахеиды точечные с окаймленными порами. В процессе эволюции трахеиды становились короче, обогащались порами.

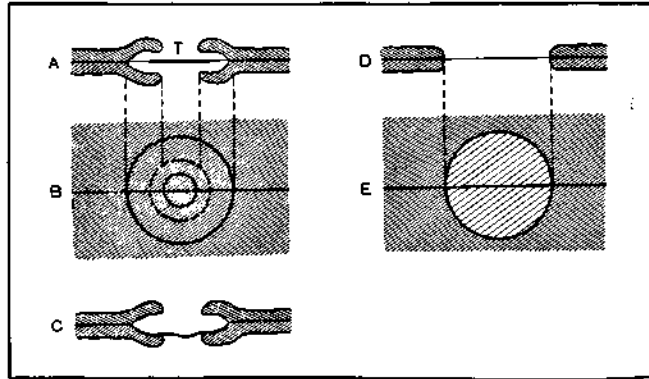
Трахеиды вследствие утолщения и одревеснения их стенок тверды, прочны и наряду с проводящей функцией играют и механическую роль.

Сосуды

Сосуды, или трахеи, являются длинными узкими одревесневшими мертвыми капиллярными трубками. Произошли они вследствие слияния клеток, расположенных друг над другом вертикальными рядами, и рассасывания их поперечных оболочек. По длине у разных видов растений они варьируют от нескольких сантиметров до 9 м. Концы сосудов примыкают к другим. В местах соединения клеток — члеников сосуда — имеются поперечные (обычно косые) пористые, легко пропускающие воду, перегородки. Сквозные отверстия в перегородках называются перфорациями. У некоторых видов перегородки почти полностью рассасываются и лишь сохраняется на стенке сосуда кольцевой ободок. Таким образом, сосуды сливаются в единую проводящую сосудистую систему, следующую от концов корней до концов ветвей, легче, чем трахеиды, пропускают воду и потому являются более

52. Строение окаймленной и простой поры.

А — разрез через окаймленную пору;
 В — вид окаймленной поры с поверхности трахеиды;
 С — разрез, на котором виден торус, закрывший отверстие поры;
 Д — разрез через простую пору;
 Е — вид простой поры с поверхности;
 Т — торус (схема).



совершенной проводящей системой. Диаметр сосудов варьирует от 85 μ (у березы) до 500 μ (у некоторых лиан).

Стенки сосудов одревесневают и имеют с внутренней стороны одревесневшие утолщения. Эти утолщения нарастают неравномерно, лишь местами, в виде колец, спиралей и т. д. (см. рис. 51), поэтому и сосуды, подобно трахеидам, различаются следующих типов: кольчатые, спиральные, лестничные, сетчатые, точечные (пористые). Кольчатые, спиральные и лестничные сосуды в процессе эволюции растений появились раньше, а сетчатые и точечные — позже. У одного и того же растения могут быть сосуды разных типов.

Сосуды по мере старения прекращают свою деятельность, закупориваясь. Закупорка происходит посредством врастания в них, через боковые поры, окружающих их паренхимных клеток. Такие выросты паренхимных клеток внутрь сосуда называются тиллами (рис. 53).

Сосуды в процессе эволюции появились позже трахеид. Они отсутствуют или почти отсутствуют у более примитивных форм, папоротникообразных, голосеменных и достигли своего развития и разнообразия у покрытосеменных растений.

Нисходящий ток растворенных органических веществ идет по ситовидным трубкам.

Ситовидные трубки

Ситовидные трубки состоят из цилиндрических живых клеток с целлюлозными оболочками, постенной цитоплазмой, но в сформированном виде без ядра, соединенных концами и образующих трубки, длина которых у разных видов растений варьирует от десятых долей миллиметра до 2 мм. Диаметр равен десяткам микронов. Характерной особенностью ситовидных трубок являются поперечные перегородки между составляющими их клетками-члениками, имеющие многочисленные сквозные отверстия и потому напоминающие сито, откуда и происходит название трубок (рис. 54). Через отверстия этих ситовидных перегородок сообщается цитоплазма клеток и проходят растворы, богатые органическими веществами, по всей системе ситовидных трубок. Обычно рядом с ситовидными трубками наблюдаются плотно к ним прижатые, вытянутые, с тонкой целлюлозной оболочкой, цитоплазмой и ядром, живые клетки-спутницы в количестве одной или нескольких. У некоторых систематических групп растений их нет.

У ряда видов растений отверстия перегородок ситовидных трубок осенью затягиваются особым мозолистым веществом —

53. Продольный (вверху) и поперечный (внизу) разрезы сосуда ложной акации.

54. Ситовидная трубка. Продольный (А) и поперечный (Б) разрезы.

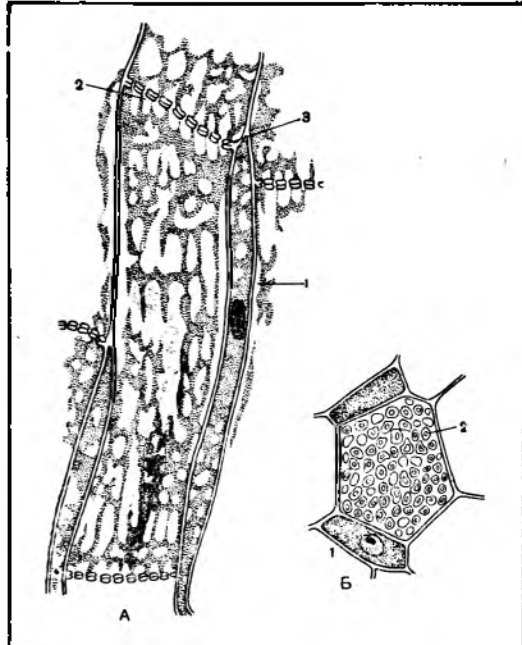
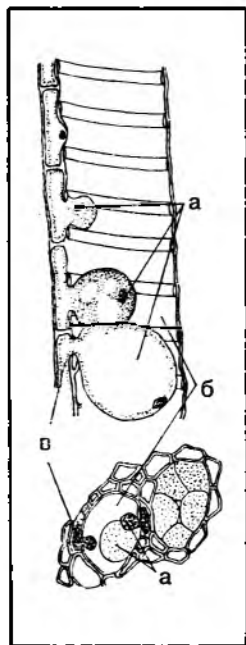
К рис. 53

а — тиллы;
б — части сосуда, еще не занятые тиллами;
в — паренхимные клетки.

Увеличение в 100 раз.

К рис. 54

1 — клетка-спутница;
2 — ситовидная перегородка;
3 — отверстие в ней.
Увеличение в 400 раз
(по М. В. Кульчасову).



каллезой, и тогда ток по трубке прекращается (см. рис. 63). Весной каллеза растворяется и ток по трубке возобновляется. Ситовидные трубки функционируют в течение одного или нескольких вегетационных периодов.

Млечники являются трубочками, пронизывающими различные органы цветковых растений. Трубочки эти имеют цитоплазму, ядра и наполнены клеточным соком, или латексом, похожим на молоко и потому называемым млечным соком. Хорошо известны молочай, одуванчик, мак, чистотел и другие растения, имеющие в своих органах млечный сок. По способу образования различаются млечники членистые и нечленистые.

Членистые млечники образуются из клеток, между которыми растворяются оболочки и которые вследствие этого сливаются в трубочки (рис. 55), образующие впоследствии разветвленную систему трубок. Цитоплазма и ядра остаются и выстилают изнутри стенки млечников, а клеточный сок (латекс) заполняет их. Так образуются млечники у растений, относящихся к семействам сложноцветных, маковых и др.

Нечленистые млечники образуются из клеток, заложенных еще в зародыше семени. Впоследствии млечники разрастаются, не соединяясь между собой, в длинные, достигающие иногда нескольких метров, идущие от конца стебля до конца корня трубочки (см. рис. 55). Так обычно образуются млечники у растений, относящихся к семействам молочайных.

Млечный сок, или латекс, являющийся клеточным соком, обычно бывает белого цвета (у молочая, мака, одуванчика и др.), но встречается и оранжевого (у чистотела), и красноватого или синеватого цвета. Млечный сок бывает жидким и густым, вязким, и состоит из жидкости и взве-

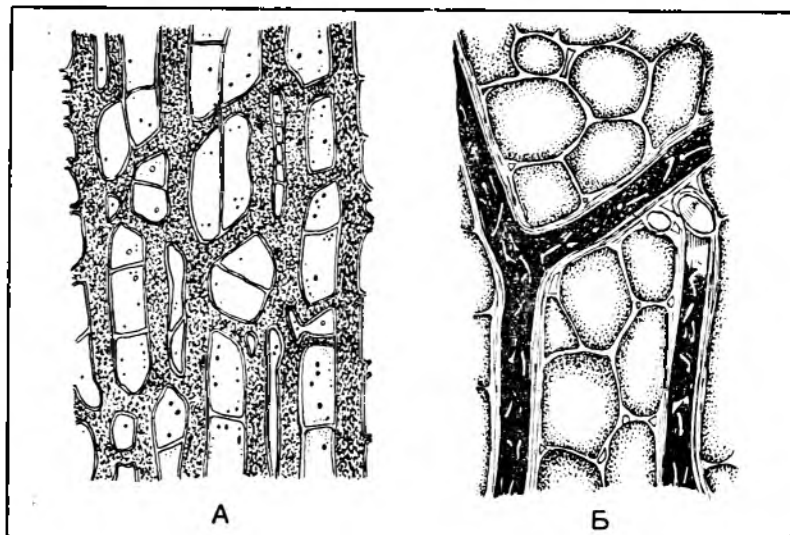
Млечники

55. Млечники.

А — часть продольного разреза стебля латука; видны темные членистые млечники.

Увеличение в 240 раз; Б — часть продольного разреза стебля молочая; видны темные членистые млечники и в них белые крахмальные зерна.

Увеличение в 300 раз (по В. Л. Комарову).



шенных в ней мельчайших нерастворимых частиц разных веществ. В состав млечного сока входят вода (от 50 до 80%), жиры, смолы, каучук, гуттаперча, крахмал и пр. (во взвешенном состоянии), сахар, инулин, белки, глюкозиды, камеди, алкалоиды, ферменты, дубильные вещества, органические кислоты, минеральные соединения и пр. (в растворенном состоянии).

В млечном соке наряду с отбросами (смолы, каучук, гуттаперча, дубильные вещества и пр.) имеются и питательные вещества (сахара, крахмал, жиры, белки). Это доказывает, что млечники играют роль и проводящей ткани, подобную роли ситовидных трубок. Это подтверждается наблюдениями зависимости млечников от ситовидных трубок — чем больше млечников в теле растения, тем меньше ситовидных трубок в нем.

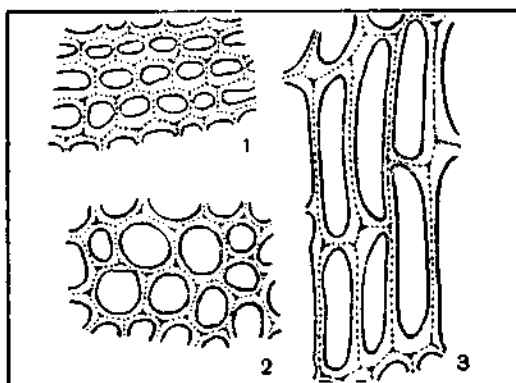
В медицине засохший млечный сок снотворного мака — опиум — используется как непосредственно, так и для получения следующих алкалоидов: морфина, кодеина, папаверина, наркотина и др.

Млечный сок некоторых растений (например, анчара) ядовит. В млечном соке многих растений найдены опасные для человека микроорганизмы (жгутиконосцы, трипаномы).

Вещества, входящие в состав клеточного сока, нами рассмотрены выше. Остается познакомиться с каучуком и гуттаперчей. Каучук — углеводород; химическая формула его: $(C_5H_8)_n$. Находится он в млечном соке двудольных растений в виде взвешенных мельчайших (измеряемых микронами или даже долями микронов) нерастворимых шарообразных или палочкообразных частиц, глобул. Встречается каучук и в цитоплазме зеленых клеток листьев и стеблей (например, ваточника, кендыря) в виде твердых крупных комков или жидких капель. Находится каучук и в паренхиме коры, сердцевидных лучей и сердцевины в виде твердых крупинок, как в стебле, так и в корне (например, у гваюлы). Главным источником натурального каучука является гевея (*Hevea brasiliensis*), произрастающая в Бразилии и возделываемая в странах с тропическим климатом. В СССР советскими ботаниками были

56. Колленхимы.

1 — пластинчатая (поперечный разрез);
2 — уголковая (поперечный разрез);
3 — уголковая (продольный разрез).
Увеличение в 300 раз.



открыты ценнейшие каучуконосные травянистые растения: тау-сагыз и одуванчики кок-сагыз и крым-сагыз, культивируемые в умеренном климате и дающие высококачественный каучук. В последние годы каучук синтезируется искусственно.

Гуттаперча — твердое вещество, по химическому составу близкое к каучуку. Находится в млечном соке листьев, коры ствола и корней тропического дерева *Palaequium gutta* и др. из семейства Sapotaceae, произрастающего в Индокитае, Новой Гвинее и других тропических странах. В СССР гуттаперча, превосходящая по техническим качествам тропическую гуттаперчу, добывается из корней кустарника бересклета бородавчатого *Evonymus verrucosa* и листьев гуттаперчевого дерева — *Euscammia ulmoides*.

Механические ткани

Растения достигают больших размеров и им приходится выдерживать тяжесть собственных ветвей, листьев и плодов, снега, противостоять ветру и буре. Соответствующую прочность растение приобретает вследствие развития в нем специальных механических тканей. Прочность органов растения увеличивается еще и массой всех тканей.

Механические ткани — стереом — являются своего рода скелетом растения. Прочность и твердость клеток, составляющих механическую ткань, достигается утолщением и часто одревеснением их оболочек. Прочность на разрыв у механических тканей превышает прочность железа, а по гибкости они превосходят большинство металлов.

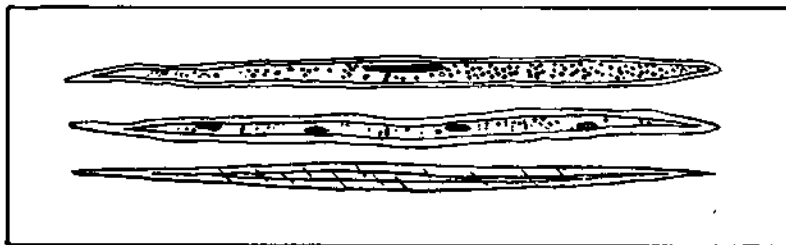
Некоторую твердость и упругость листьев, травянистых стеблей, цветков и т. п. обуславливает тургор.

По характеру утолщения клеточных оболочек и другим признакам механические ткани делятся на три типа: колленхиму, склеренхиму и каменистые клетки, или склереиды.

Колленхима состоит из клеток, оболочки которых утолщены только в отдельных местах. Так, у уголковой колленхимы утолщены оболочки только по углам клеток; у пластинчатой колленхимы утолщены только тангентальные (параллельные поверхности органа) оболочки клеток, а радиальные

57. Древесинные волокна.

Увеличение в 100 раз.



оболочки не утолщены (рис. 56). Клетки колленхимы, живые, часто имеют хлоропласты; оболочки целлюлозные. По форме клетки колленхимы бывают как паренхимного, так и прозенхимного типа, достигают 2 мм длины, но не имеют заостренных концов. Происходит колленхима из первичной меристемы. Встречается обычно в растущих периферических частях первичной коры стеблей (см. рис. 88), в черешках и срединных жилках листьев, стеблевых узлах злаков. Живые клетки колленхимы не препятствуют росту молодого органа, в котором они находятся.

Склеренхима

Склеренхима — плотная ткань, состоящая из очень вытянутых толстостенных клеток. По происхождению различают первичную склеренхиму и вторичную. Первичная (или собственно склеренхима) возникает в так называемой первичной коре из первичной меристемы. Она состоит из прозенхимных толстостенных клеток, одревесневающих, обычно отмирающих. К склеренхиме относятся лубяные волокна и древесинные волокна, или либриформ (см. рис. 89 и 91). Те и другие имеют вторичное происхождение от камбия.

Лубяные волокна

Лубяные волокна находятся в лубе коры среди основной ткани и в лубяной части сосудисто-волокнистого пучка и являются пучками отмирающих лубяных клеток. Лубяные клетки имеют настолько утолщенную слоистую оболочку, что на поперечном разрезе полость клетки представляется точкой. Лубяные волокна у разных видов растений имеют различную длину и диаметр. Так, у льна их длина варьирует от 4 до 60 мм, а диаметр — от 12 до 36 м, у конопли — соответственно от 8 до 40 мм и от 16 до 32 м, у рапи — длина от 5 до 350 мм, у крапивы — от 5 до 55 мм и диаметр от 20 до 70 м.

Оболочки лубяных волокон у некоторых видов растений не одревесневают или одревесневают в слабой степени, сохраняя гибкость и упругость, и являются чрезвычайно прочными, почему и используются в качестве прядильного материала (у льна, конопли). У других видов растений лубяные клетки более или менее одревесневают и составляемое ими волокно является не столь упругим, например у липы; из таких лубяных волокон готовят рогожу и мочало.

Древесинные волокна

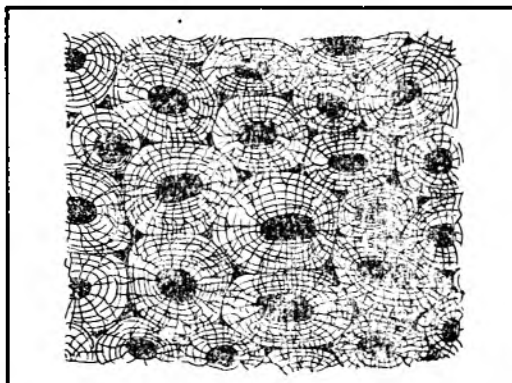
Древесинные волокна, или либриформ, находятся во вторичной древесине и в древесинной части сосудисто-волокнистого пучка (рис. 57); они состоят из вытянутых (0,5—1,5 мм длины) толстостенных одревесневших мертвых клеток. Либриформ придает древесине деревьев твердость и прочность (граб, каштан и др.).

Склеренды

Каменистые клетки, или склеренды, являются мертвыми, по форме паренхимными клетками, имеющими очень утолщенные слоистые одревесневшие оболочки. Обо-

58. Каменные клетки косточки персика.

Увеличение в 300 раз.



лочки пронизаны радиальными поровыми каналами (рис. 58). Каменные клетки обычно встречаются в твердых стенках плодов (скорлупа ореха, косточка сливы, вишни), в центральной части плода груши, айвы, в листьях чая, камелии.

Склеренхимы иногда имеют неправильную, причудливую, звездообразную форму.

Распределение механических тканей в теле растения, как показали исследования В. Ф. Раздорского, подчиняются законам механической целесообразности. В процессе длительного естественного отбора растения с нецелесообразным распределением механических тканей, т. е. более ломкие, скорее других погибали, а растения более крепкие и гибкие сохранялись. В конце концов, в процессе эволюции, выжили растения, в теле которых механические ткани распределены наиболее целесообразно и придают растительным органам наибольшую прочность.

Известно, что двухтавровую металлическую балку труднее согнуть, чем сплошной стержень той же длины и массы. При ее прогибе один край (тавро) должен растягиваться или разрываться, другой — сжиматься, а середина остается без изменений. Тот же принцип распределения материала наблюдается и у растений. Механические ткани в травянистых стеблях не собраны в середине, а распределяются по периферии (см. рис. 86, 88, 93) и максимально противостоят излому. Колленхима обычно бывает расположена под эпидермой стеблей; много склеренхимных волокон расположено возле сосудисто-волокнистых пучков, особенно ближе к поверхности стебля. В срединной жилке листа механическая ткань сосредоточена в центре их, максимально противодействуя растяжению, разрыву, которые испытывает этот орган. Наконец, как железобетонное сооружение состоит из железного каркаса (арматуры) и основной массы (бетона), так и тело растения состоит из механических тканей и массы остальных тканей, заполняющих промежутки между механическими.

Проводящие пучки

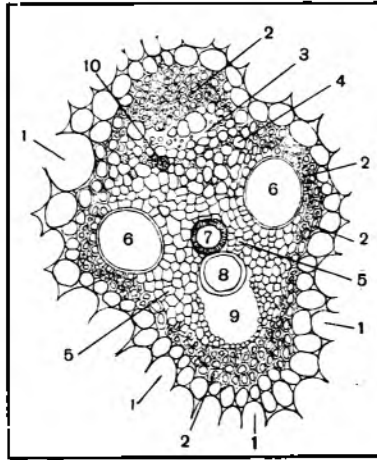
Проводящие ткани в теле растения объединяются в проводящие пучки. Кроме того, в проводящие пучки часто входят механические и питающие (запасающие) ткани. Такие

59. Поперечный разрез через коллатеральный замкнутый сосудисто-волокнистый пучок стебля кукурузы.

60. Поперечный разрез через коллатеральный открытый сосудисто-волокнистый пучок подсемидольного колена клешевины.

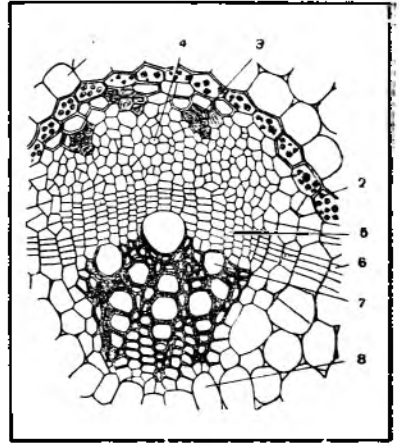
К рис. 59

1 — клетки основной паренхимы;
2 — склеренхимные клетки;
3, 4 — флоэма;
5 — паренхима ксилемы;
6, 7, 8 — сосуды;
9 — воздухоносная полость;
10 — ситовидная пластинка в ситовидной трубке.
Увеличение в 200 раз.



К рис. 60

1 — клетки основной паренхимы;
2 — клетки с крахмальными зёрнами;
3 — лубяные волокна;
4 — клетки флоэмы;
5 — клетки пучкового камбия;
6 — клетки межпучкового камбия;
7 — сосуды;
8 — клетки сердцевинной паренхимы.
Увеличение в 180 раз.



61. Концентрический сосудисто-волокнистый пучок корневища ириса.

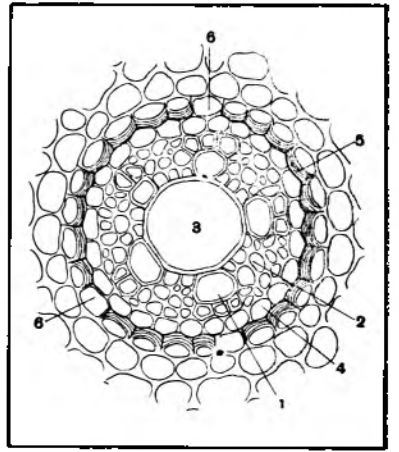
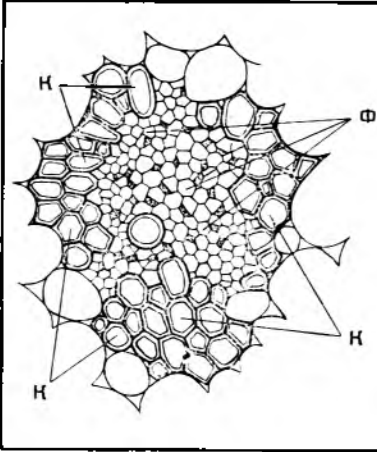
62. Поперечный разрез центрального цилиндра корня первичного строения.

К рис. 61

Ф. — клетки флоэмы.
К — клетки ксилемы.
Увеличение в 150 раз.

К рис. 62

1 — сосуды древесины;
2 — клетки луба;
3 — центральный сосуд древесины;
4 — перикцикл;
5 — эндодерма;
6 — пропускные клетки эндодермы.
Увеличение в 120 раз.



объединения тканей в виде тяжей проходят через корни, стебли и листья растений и называются проводящими пучками, или сосудисто-волокнистыми пучками.

Проводящие пучки на поперечном разрезе стебля представляются в виде округлых или овальных групп разнообразных по структуре клеток, достаточно резко отличающихся от окружающих тканей.

Та часть проводящего пучка, в которой объединены сосуды и трахеиды, называется древесиной, или ксилемой. Та же часть, в которой объединены ситовидные трубки, — лубом, или флоэмой. У двудольных растений в состав проводящего пучка входит еще образовательная ткань — камбий. У однодольных растений в проводящих пучках камбия нет.

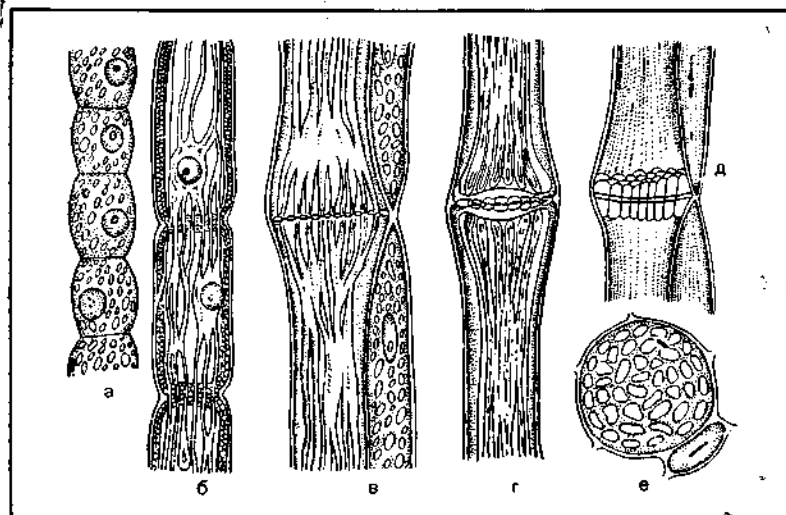
В зависимости от взаимного расположения в пучке ксилемы и флоэмы, от присутствия или отсутствия камбия, различаются типы проводящих пучков. Если в проводящем

Ксилема и флоэма

Типы проводящих пучков

63. Развитие ситовидных трубок из клеток прокамбия.

а — клетка меристемы;
б — клетки прокамбия;
в — концы двух ситовидных трубок и клеток-спутниц;
г, д — закупорка осевых отверстий ситовидной перегородки каллезой;
е — ситовидная перегородка и клетка-спутница (вид при поперечном разрезе).
Увеличение в 400 раз.



пучке нет камбия, он называется закрытым, или замкнутым (рис. 59). Такие проводящие пучки свойственны однодольным растениям. Они, раз сформировавшись, остаются на всю жизнь растения неизменными. Если в проводящем пучке есть камбий, который помещается между ксилемой и флоэмой, то такой пучок называется открытым (рис. 60). Такие проводящие пучки свойственны двудольным растениям. Они вследствие деятельности камбия, образующего новые клетки флоэмы и ксилемы, впоследствии изменяются — разрастаются в толщину, могут соединяться с соседними пучками.

Если ксилема располагается в части пучка, обращенной к внутренней части осевого органа, а флоэма к ней примыкает и обращена к наружной части этого органа, то такой проводящий пучок называется коллатеральным (см. рис. 59 и 60). Если такой пучок имеет дополнительный участок флоэмы, расположенный к центру органа, он называется би-коллатеральным. Если ксилема располагается в центре пучка, а флоэма ее окружает или, наоборот, ксилема окружает флоэму, то такой проводящий пучок называется концентрическим. Концентрические проводящие пучки наблюдаются в корневищах (рис. 61). Если ксилема и флоэма располагаются, чередуясь друг с другом (на поперечном срезе пучка — по радиусам), то такой проводящий пучок называется радиальным. Радиальные проводящие пучки наблюдаются в корнях первичного строения (рис. 62).

Механические ткани проводящего пучка представлены обычно склеренхимными волокнами, лимбриформом и лубяными волокнами. Да и сами сосуды и трахеиды с одревесневшими и утолщенными оболочками играют роль механической ткани, увеличивая прочность и твердость проводящего пучка.

Механические ткани проводящего пучка у разных видов растений располагаются в пучке по-разному. То элементы механической ткани размещены среди элементов проводящей ткани, то элементы механической ткани расположены с одной стороны или со многих сторон пучка (см. рис. 59).

Основные ткани проводящего пучка представлены запасющей паренхимой, в которой бывают отложены запасные

питательные вещества. Древесинная паренхима располагается в ксилеме. Это живые паренхимные клетки, часто с одревесневшими оболочками. Лубяная паренхима располагается в флоэме. Это живые мелкие с тонкими целлюлозными оболочками клетки (см. рис. 59, 60). Основные ткани также перемежаются с другими элементами проводящего пучка.

Развиваются проводящие пучки из прокамбия. В первичной меристеме на верхушках стеблей легко заметить (на продольных разрезах верхушки конуса нарастания), что клетки у самой вершины конуса нарастания усиленно делятся, а ниже расположенные клетки растут, вытягиваясь вдоль оси стебля. Среди этих растущих клеток образуются тяжи вытянутых клеток — пучки прокамбия (рис. 63). Позже из прокамбия, и это видно на разрезе (см. рис. 38) еще ниже от верхушки, развиваются проводящие пучки путем дифференциации клеток в элементы флоэмы и ксилемы. В открытых проводящих пучках остается слой прокамбия между ксилемой и флоэмой пучка, который впоследствии является пучковым камбием.

Выделительные ткани и выделительная система

В растительном организме наряду с веществами, необходимыми для жизнедеятельности его клеток, имеются и вещества ненужные, очевидно являющиеся отбросами. В противоположность животному растительный организм лишь в небольшой степени способен выводить эти вещества наружу и получающиеся в организме отбросы обычно скопляются в самом организме. Такими местами скопления отбросов в растительном организме являются железистые волоски и чешуйки, железистые клетки, вместилища выделений, смоляные и эфирно-масляные ходы, образующие выделительную систему.

Железистые волоски и чешуйки — многоклеточные образования, которые не только накапливают в себе отбросы, но и выделяют их наружу через оболочку и кутикулу своих клеток. Железистые волоски отличаются от чешуек наличием длинной ножки. Эти волоски можно наблюдать, например, у хлопчатника (см. рис. 42), герани. Железистые чешуйки характерны для мяты, долматской ромашки. К железистым волоскам относятся и нектарники, помещающиеся в глубине цветка и выделяющие сладкий сок (нектар), который служит пищей для насекомых (рис. 64). Близкими к железистым волоскам являются водяные устьица, или гидатоды, помещающиеся на самом краю пластинки листика (см. рис. 47).

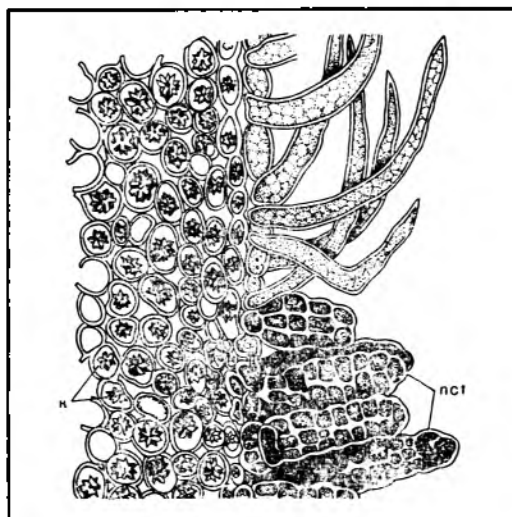
Вместилища выделений и отдельные железистые клетки накапливают в себе летучие эфирные масла и другие вещества, но не выделяют их, как это наблюдается у железистых волосков. Вместилища выделений находятся в основной ткани разных органов растений вблизи их поверхности. Например, их много в кожуре плодов мандарина, лимона и т. п.; если эту кожуру сдавить, так, чтобы из вместилищ выделений брызнуло эфирное масло, и направить брызги на пламя горящей спички, то мы будем наблюдать воспламене-

**Железистые
волоски
и чешуйки**

**Вместилища
выделений**

64. Нектарники в цветке хлопчатника.

ncf — нектарники;
к — друзы в клетках ча-
шелистика.
Увеличение в 300 раз.



ние этого эфирного масла. Многоместилиц выделения в листьях зверобоя, эвкалипта, благородного лавра, магнолии, в корнях валерианы, в коре, древесине, сердцевине и корнях камфарного лавра, в корневищах ириса и др.

Вместилища выделений по своему происхождению делятся на схизогенные и лизигенные. Схизогенные вместилища образуются путем выделения или накопления экскрета в межклетнике, превращающемся в конце концов во вместилище выделений. Лизигенные вместилища образуются путем накопления экскрета в клетках, отмирания их, растворения оболочек этих клеток.

Смоляные ходы имеются в коре (пихта), древесине стеблей и хвое (сосна, ель) и проходят в продольном и поперечном (радиальном) направлениях (см. рис. 94). Они представляют каналы схизогенного происхождения, выстланные живыми клетками, выделяющими бальзам в просвет канала.

Подобные ходы — вместилища эфирных масел — можно наблюдать в плодах зонтичных растений.

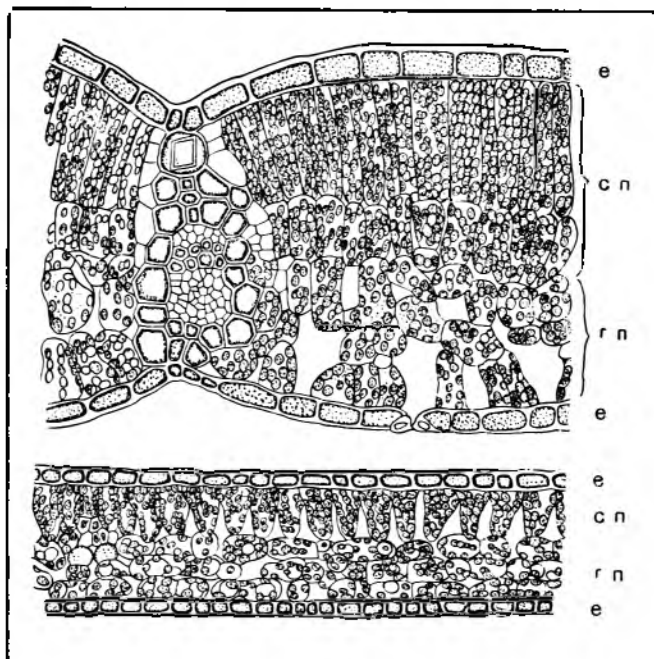
Эфирные масла образуются в виде капелек как в клеточном соке, так и в цитоплазме.

Бальзамы жидки и являются смесями смол с эфирными маслами. Бальзамы на воздухе затвердевают, частично улетучиваясь, и превращаются в смолы. Бальзамы имеют запах. Смолы запаха не имеют (иногда смола пахнет еще не испарившимся эфирным маслом). Примером бальзама может быть живица, скопляющаяся в смоляных ходах стволов хвойных деревьев. Для растений бальзамы и смолы имеют биологическое значение; они затягивают раны растений и предохраняют их от паразитических бактерий и грибов. В медицине бальзамы давным-давно применялись для лечения ран, как антисептики. В СССР из пихтового бальзама вырабатывается синтетическая камфара. Из смолы сосны добывают скипидар и канифоль.

К выделительной системе можно еще отнести такие места скопления отбросов в растительном организме, как межклетники и клетки, в которых откладываются кристаллы щавелевокислого кальция, а также устьица, через которые происходит испарение воды и газообмен.

65. Части поперечных разрезов светового (внизу) и теневого (вверху) листьев бука.

е — эпидерма;
 сп — столбчатая паренхима;
 гп — губчатая паренхима.
 Увеличение в 200 раз.



Продукты жизнедеятельности растения, скопляющиеся в выделительной системе, широко используются человеком. Каучук применяется для производства резины, идущей на изготовление шин, баллонов, обуви, медицинских изделий, прорезиненной одежды и др. Гуттаперча используется для изоляции подводных кабелей и электрических проводов, для приготовления медицинских инструментов, клея и др. Бальзам (живица) хвойных деревьев применяется для получения скипидара. Бальзам сибирской пихты является сырьем для получения «канадского бальзама», употребляемого для склеивания линз в оптических приборах, для заклеивания микроскопических препаратов и т. п. Смолы используются для приготовления лаков, мастики, смазочных масел, краски, сургуча и др.

Изменение тканей вследствие воздействия среды

Знакомство с растительными тканями приводит нас к выводу, что в растительном мире, особенно у цветковых растений, имеется большое разнообразие тканей. Разумеется, такое разнообразие тканей не появилось сразу, а выработалось в процессе длительной эволюции.

Растительные клетки и образуемые ими ткани изменяются вследствие воздействия среды (состава почвы, избытка воды или засухи, ветра, высоких и низких температур, солнечного освещения, снега и т. д.).

Эти изменения и накопление их в процессе эволюции приводят к появлению более или менее опробковевших или одревесневших оболочек клеток, к тому или иному утолщению оболочек, к появлению на эпидерме кутикулы, волосков и т. п.

Некоторые изменения растительных тканей помогают растению выжить, перенести засуху или мороз, выдержать бурю и т. д., т. е. делают растение более приспособленным к условиям среды. Так появляются новые, измененные, приспособленные к условиям среды ткани у растений. Например, в засушливых условиях они имеют эпидерму с сильно утолщенными наружными оболочками клеток, с густым покровом волосков (см. рис. 41), кутикулой (см. рис. 19), с устьицами, расположенными не на поверхности листа, а в углублениях. В условиях же достаточного увлажнения растения имеют эпидерму с тонкими наружными оболочками клеток, совсем без волосков и воскового налета, с устьицами, расположенными на поверхности. У суккулентных растений (кактусов и др.) в процессе эволюции образовались специальные запасные клетки и клеточный сок. Изменение тканей с большой силой задерживает воду. Некоторые же изменения растительных тканей могут не быть полезными в данных условиях среды и растение гибнет.

Мы рассмотрели ряд примеров изменения тканей под воздействием факторов среды в процессе эволюции. Изменение тканей под воздействием среды можно наблюдать и в процессе развития того или иного органа растения, т. е. в процессе онтогенеза. Например, у листа бука, развившегося на свету, толще пластинка листа, имеется два слоя столбчатой паренхимы, наружные оболочки клеток эпидермы относительно толсты. У листа того же дерева бука, развившегося в тени, пластинка листа тоньше, имеется лишь один слой столбчатой паренхимы, оболочки клеток эпидермы относительно тонкие (рис. 65). Растения влажных местообитаний имеют крупные клетки. Но если их выращивать в условиях недостатка влаги, клетки их будут мелкими; изменятся и некоторые их физиологические особенности.

Вегетативные органы высших растений

3

Организм высшего растения состоит из отдельных частей, органов. Органы выполняют сложные своеобразные жизненные функции. Все органы растения можно разделить на вегетативные и генеративные. Вегетативные органы служат для индивидуального существования растения, тогда как генеративные — для размножения, т. е. продолжения вида в его потомстве. К вегетативным органам относятся корень (Radix), стебель (Caulis) и лист (Folium), к генеративным органам цветковых растений — цветок (Flos), плод (Fructus) и семя (Semen).

С функциями, выполняемыми органом, тесно связаны его анатомия и морфология. Поэтому морфология и анатомия корня, стебля, листа и генеративных органов резко различаются. Вместе с тем им свойственны и некоторые общие закономерности. К ним могут быть отнесены явления симметрии, полярности (широко представленные и у низших растений) и метаморфоза органов.

Симметрией называется явление закономерного расположения частей тела относительно плоскости, проведенной через центр вдоль продольной оси. Если через центр можно провести несколько (или много) плоскостей и каждая разделит тело на две симметричные части, перед нами радиальная симметрия. Примером радиальной симметрии может быть цветок картофеля или яблони (см. рис. 200). Если через центр можно провести две плоскости симметрии, — налицо билатеральная симметрия. Например, плод грецкого ореха. Если через центр можно провести одну плоскость симметрии, — моносимметрия. Например, лист или цветок, или плод гороха (см. рис. 200). Если нельзя провести ни одной плоскости симметрии, — налицо ассиметрия. Например, листок бегонии или цветок канны (см. рис. 200).

Полярностью называется наблюдаемое физиологическое и морфологическое различие между верхушкой и основанием как у корня, так и у стебля и листа.

Так, например, отрезок стебля (побега) способен образовывать придаточные корни лишь в морфологически нижней части. Любой его участок, будучи отделен, обладает этой же способностью.

Метаморфозами органов называют их видоизменения, происходящие в длительном процессе эволюции, в связи с приспособлением к каким-либо особым условиям существования и выполнению особых функций. Учение о метаморфозах у растений в первоначальном виде было разработано знаменитым поэтом и натуралистом Вольфгангом Гёте.

Примерами метаморфозов могут служить защитные приспособления растений — колючки. У разных видов растений эти органы имеют различное происхождение (у боярышника колючка произошла из побега, у кактуса — из листа, а у акации — из прилистника, у астрагала — из черешка), но выполняют сходные функции (защита от поедания животными) и сходны морфологически. Приводим еще один пример: кладонии и листья; оба органа выполняют функции листа и сходны морфологически, но кладонии стеблевого происхождения.

В связи с этим различают гомологичные и аналогичные органы. Гомологичными называются органы, имеющие одинаковое происхождение, даже если они выполняют различные функции и различаются по внешнему виду и строению. Например, лист любого растения, усик гороха (см. рис. 284), колючка барбариса (см. рис. 109), ловушка пузырчатки (см. рис. 113); все эти органы имеют общее происхождение (из листа), но выполняют совершенно различные функции и очень разнятся морфологически.

Аналогичными называются органы, имеющие неодинаковое происхождение, но выполняющие одинаковые функции и сходные морфологически. Например, колючка боярышника, колючка кактуса, колючка при основании листа акации, колючка астрагала; все эти образования имеют различное происхождение.

Корень

Морфология корня

Корень является осевой частью растения и выполняет следующие функции: поглощает из почвы воду и растворенные в ней минеральные соли и проводит их в стебель, укрепляет растение в почве. У некоторых видов растений является хранилищем запасных питательных веществ.

Та часть корня, где он переходит в стебель, называется корневой шейкой.

Основным отличием корня от стебля является то, что корень никогда не образует снаружи листьев, не имеет узлов и междоузлий и почти всегда несет на своем конце корневой чехлик.

Типы корней

Из корешка зародыша семени развивается главный корень. Он занимает центральное положение в корневой системе и обычно растет вертикально вниз, являясь как бы продолжением стебля. Из главного корня в стороны растут боковые корни, из которых в свою очередь растут боковые корни второго порядка, а из корней второго порядка — корни третьего порядка и т. д. (см. рис. 66, вверху).

Из стеблей и из листьев также могут вырастать корни; они называются придаточными корнями. Растениеводы пользуются этим свойством стебля давать придаточные корни и размножают вегетативно, отрезками стебля (стеблевыми черенками) многие растения. Так, стеблевые черенки ивы (см. рис. 96), пирамидального тополя, винограда и других растений, образуя придаточные корни, легко укореняются. Мята, валериана хорошо размножаются подземными стеблями.

Путем засыпания земель (окучивания) нижней части стебля капусты, кукурузы и др. вызывается рост из этой части стебля придаточных корней, что усиливает питание растения и повышает урожай. У злаков (пшеница, рожь, ячмень, овес и др.) и у луковичных растений (лук, морской лук, чеснок, лилия и др.) обычно возникает настолько много придаточных корней (у злаков — из узлов кущения), что они образуют целую корневую систему, а существовавшие до их появления корни отмирают.

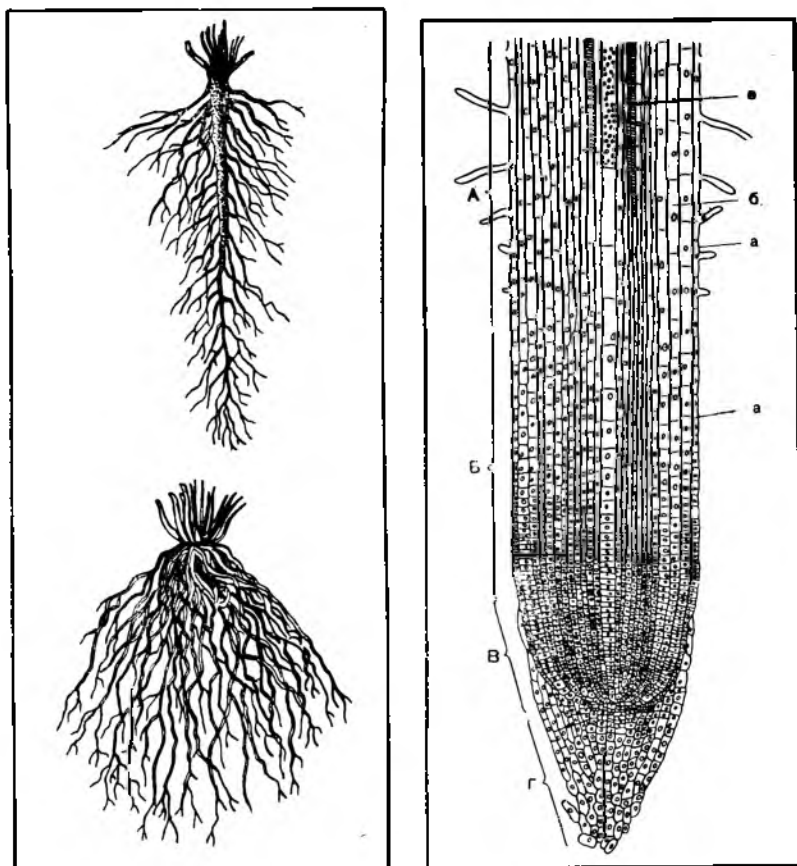
- Совокупность всех корней растения образует его корневую систему.
- Корневые системы** По форме различаются стержневые и мочковатые корневые системы. В стержневой корневой системе хорошо развит главный корень; он резко отличается от боковых и по своей длине, и по толщине. В мочковатой корневой системе главный корень не развивается, или развивается слабо, а вся корневая система представляет собой пучок сходных придаточных и боковых корней — мочек (рис. 66).
- Стержневые корневые системы характерны для одуванчика, щавеля, люпина, люцерны, дуба, груши и многих других растений. Мочковатые корневые системы характерны для пшеницы, кукурузы и других злаков, для луковичных растений, таких как лук, тюльпаны, лилии и многих других однодольных растений.
- Корневые отпрыски** Некоторые виды растений способны к образованию корней придаточных почек, из которых развиваются побеги — корневые отпрыски. Придаточные почки возникают на корнях эндогенно (внутриродно) и потому снаружи не видны. Корневые отпрыски характерны для осины, ивы, сирени, шиповника, малины, ежевики, хрена, одуванчика, будяка (см. рис. 129) и многих других растений. Этой способностью корней давать корневые отпрыски пользуются растениеводы для размножения растений отрезками корней — корневыми черенками (одуванчик, хрен, тау-сагыз и др.).
- Естественные корневые отпрыски можно отделить от материнского куста и таким образом может быть размножено растение (малина, шиповник, яблоня и др.). Этой способностью корней давать корневые отпрыски объясняется трудность борьбы с сорняками (будяк, осот и др.), которые после очистки от них поля снова появляются от оставшихся в почве корней, почему и применяются более радикальные меры борьбы (чистый пар, зяблевая пахота, севооборот, гербициды и др.).
- Корневой чехлик** Корень растет своим кончиком, который состоит из клеток образовательной ткани, первичной меристемы, слагающей конус нарастания. Кончик корня снаружи покрыт корневым чехликом, играющим роль защитной ткани (рис. 67).
- Корневой чехлик защищает клетки меристемы от механических повреждений при продвижении кончика корня между частицами почвы. Наружные клетки корневого чехлика повреждаются, гибнут, но изнутри постоянно образуются новые клетки.
- В клетках корневого чехлика наблюдаются крахмальные зерна, так называемые статолиты, обуславливающие чувствительность корня к силе тяжести. Способность корня расти вниз, по направлению силы тяжести, называется положительным геотропизмом. Боковые корни, особенно корни второго и последующих порядков, не чувствительны к силе тяжести, т. е. не имеют геотропизма и могут расти в любом направлении.
- Конус нарастания и зоны корня** Меристема конуса нарастания корня, прикрытая корневым чехликом, занимает по длине корня всего несколько миллиметров и носит название зоны делящихся клеток. Эту зону делят на три части: 1) дерматоген — наружный слой клеток, из которых впоследствии формируется эпиблема и чехлик; 2) периблема — находящиеся под

66. Стержневая (вверху) и мочковатая (внизу) корневые системы.

67. Продольный разрез через кончик корня пшеницы.

К рис. 67

А — зона всасывания (видны корневые волоски);
Б — зона роста;
В — зона делящихся клеток;
Г — корневой чехлик;
а — эпиблема;
б — первичная кора;
в — сосуды.



дерматогеном средние слои клеток, из которых впоследствии формируется первичная кора; 3) *плерома* — внутренние слои клеток, из которых впоследствии формируется центральный цилиндр корня.

Выше зоны делящихся клеток располагается также занимающая лишь несколько миллиметров зона роста или растяжения. Клетки этой зоны корня увеличиваются, вытягиваются, вакуолизируются, начинают дифференцироваться по своей форме.

Выше зоны роста, на протяжении 5—20 мм, располагается зона всасывания, характеризующаяся наличием корневых волосков (см. рис. 67). Клетки этой зоны корня специализируются, превращаясь в сосуды и трахеиды, ситовидные трубки, клетки первичной коры, клетки эпилеммы.

Далее, выше зоны всасывания, где эпиблема отмирает и утрачивается, начинается зона проведения или боковых корней; которые здесь появляются.

Эпиблема корня отличается от эпидермы стебля и листа тем, что в ней нет устьиц и кутикулы; ее клетки имеют тонкие, проницаемые для воды и воздуха оболочки и способны образовывать выросты — корневые волоски, выполняющие функцию всасывания почвенного раствора. Эпиблемой выделяется слизистое вещество, облегчающее продвижение корешка среди комочков почвы.

Эпиблема с корневыми волосками поглощает из почвы воду и растворенные в ней вещества. Наличие корневых волосков значительно увеличивает поглощательную способность корня. В длину корневой волосок достигает обычно нескольких миллиметров (до сантиметра), а в поперечнике — нескольких десятков микронов. На 1 мм² поверхности корня насчитывается в среднем около 400 корневых волосков. У однолетнего сеянца яблони насчитывается около 17 400 000 корневых волосков. Общая длина этих волосков 3 км. По мере роста корня клетки эпіблемы со старыми корневыми волосками отмирают, а на новом месте, на месте бывшей зоны роста, дифференцируются новые корневые волоски. У водных и болотных растений корневых волосков нет.

Общая длина корневой системы растений, т. е. длина, которую мы получим, если сложим длину всех, больших и мелких, корней, очень велика. В полевых условиях общая длина корней растения яровой ржи составляет около 60 км.

В вертикальном направлении корни распространяются на значительную глубину. Так, стержневой корень маленького деревца, двухлетнего дуба, достигает 2 м глубины; стержневой корень верблюжьей колючки, произрастающей в засушливых полупустынях Средней Азии, достигает 15 м глубины, а стержневой корень дерева саксаула, произрастающего там же, достигает 20 м глубины.

В горизонтальном направлении корни распространяются значительно дальше ветвей. Так, корни плодовых деревьев растут в стороны на расстояние, в 2—5 раз больше, чем ветви кроны.

Метаморфозы корня

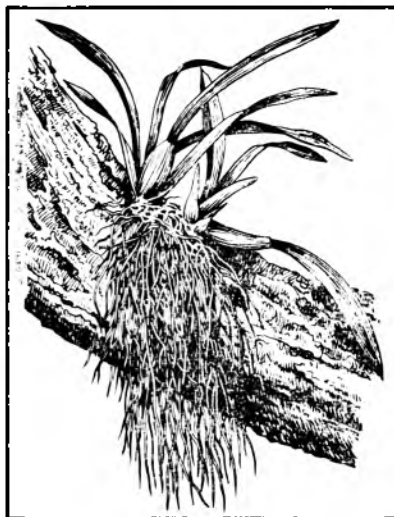
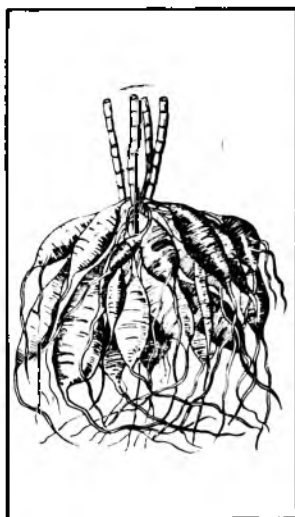
У некоторых видов растений корень, помимо выполнения основных функций, еще играет роль хранилища запасных питательных веществ. В таких случаях вследствие изменения выполняемых им функций меняется его анатомия и морфология, происходит видоизменение или метаморфоз корня. Так, корень одуванчика, брионии (см. рис. 254) сильно утолщен потому, что он служитместилищем для запасных питательных веществ. Эти питательные вещества необходимы растению весной, когда происходит формирование и рост надземных органов. Вот почему сбор корней многолетних лекарственных растений обычно производится осенью или ранней весной, когда они содержат наибольшее количество лекарственных и питательных веществ. Корни георгины (рис. 68), батата, ятрышника (см. рис. 330) видоизменились в корнеклубни. Корни свеклы, моркови видоизменились в необычайно мощные, утолщенные, мясистые, сочные «корнеплоды» (рис. 69).

Следует обратить внимание на то, что «корнеплоды» образованы не только корнем. Верхняя часть «корнеплода», несущая листья (головка), образовалась из стебля, средняя гладкая часть — из так называемого подсемядольного колена; нижняя же часть «корнеплода», несущая на себе боковые корни, образовалась из главного корня. «Корнеплоды» делятся на столовые (свекла, морковь, редька, редис, брюква, хрен, петрушка, сельдерей и др.) и технические (сахарная свекла, цикорий, скорцонера и др.).

Встречаются и иные метаморфозы корней, например воздушные корни тропических растений из семейств орхидных и ароидных (рис. 70). Распространенное комнатное декоративное растение монстера является видом из семейства ароидных. Воздушные (придаточные) корни его плетями висят

68. Корнеклубни георгины. 69. «Корнеплод» сахарной свеклы.

70. Воздушные корни орхидеи, живущей на стволе дерева.



в воздухе, состоят из рыхлой ткани, поглощающей водяные пары из воздуха, и, достигнув почвы, могут укрепляться.

У некоторых многолетних растений, имеющих прикорневую розетку листьев, нижние листья погибают, а сверху развиваются новые. И, несмотря на такое нарастание розетки листьев сверху, она всегда остается прижатой к земле. Это объясняется наличием вытягивающих корней, которые способны сокращаться и притягивать к земле поднявшуюся розетку листьев. Такими корнями вытягиваются в землю и луковичи у лука, и корневища у ириса.

Анатомия корня

Выше было показано, что отдельные зоны корня выполняют различные функции (защита конуса нарастания, размножение клеток, рост и дифференцировка клеток, поглощение и проведение растворов). По мере изменения выполняемых функций той или иной зоной корня меняется и его анатомическое строение. В зоне делящихся клеток корень состоит из меристемы; в зоне роста появляются вытянутые клетки, начинают формироваться клетки проводящей и других тканей; в зоне всасывания уже имеются сформировавшиеся клетки проводящей ткани (сосуды, трахеиды, ситовидные трубки), клетки коры, эпидермис с корневыми волосками.

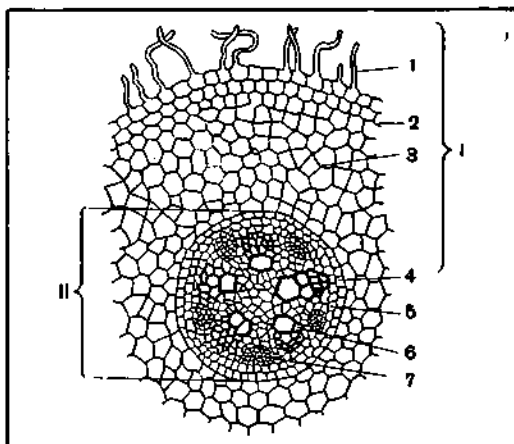
Рассмотрим подробно анатомию корня в зоне всасывания, где все ткани корня имеют первичное происхождение, т. е. произошли из первичной меристемы, и строение корня называется первичным.

На поперечном разрезе корня хорошо видно, что он состоит из следующих трех частей: 1) эпидермис — наружного тонкого слоя; 2) первичной коры — части корня, расположенной под эпидермисом и значительно превосходящей внутреннюю часть; 3) центрального осевого цилиндра, или внутренней меньшей части (рис. 71; см. рис. 62).

71. Поперечный разрез корня первичного строения.

- I — первичная кора;
 II — центральный осевой цилиндр;
 1 — эпидерма с корневыми волосками;
 2 — экзодерма;
 3 — мезодерма;
 4 — эндодерма;
 5 — перицикл;
 6 — древесина;
 7 — луб.

Увеличение в 60 раз.



Эпидерма и первичная кора

Снаружи корень покрыт слоем клеток, отдельные клетки которого образовали корневые волоски, — эпидермой. Первичная кора состоит из паренхиматических клеток основной ткани. Один или несколько следующих под эпидермой слоев клеток являются плотной тканью с утолщенными оболочками и называются экзодермой. Внутренний слой клеток первичной коры является эндодермой, клетки которой обычно имеют утолщенные одревесневшие и опробковевшие оболочки и тонкостенные целлюлозные пропускные клетки (см. рис. 62). Эндодерма обычно состоит из одного слоя клеток.

Центральный цилиндр

Центральный осевой цилиндр состоит из наружного слоя меристемических клеток, залегающих непосредственно под эндодермой, называемого перициклом. Далее, к центру осевого цилиндра располагается сложный радиальный закрытый проводящий пучок. На поперечном разрезе корня хорошо видно чередование участков ксилемы и флоэмы, расположенных радиально, причем у различных видов растений бывает разное число этих участков. У капусты, например, их по два, у лютика — по четыре. Центр осевого цилиндра корня у большинства видов растений занят одним крупным (см. рис. 62) или несколькими сосудами; у меньшинства видов центр занят клетками сердцевины (см. рис. 71), являющимися клетками основной ткани (паренхимы), заполняющей также промежутки между флоэмными и ксилемными участками.

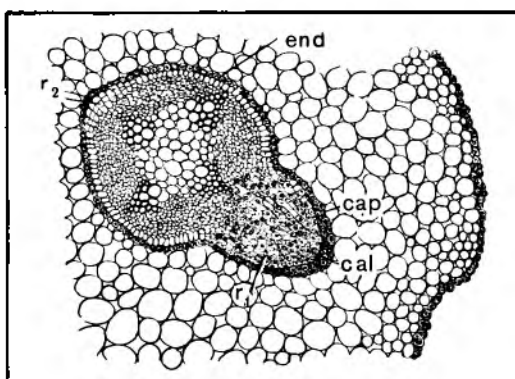
Вода, поглощенная корневыми волосками, проходит в сосуды центрального осевого цилиндра, следуя в радиальном направлении из клетки в клетку, сквозь экзодерму, паренхиму первичной коры, эндодерму и перицикл. Сквозь опробковевшие или одревесневшие мертвые клетки эндодермы вода проникнуть не может и проходит только сквозь имеющиеся в эндодерме живые тонкостенные клетки с целлюлозными оболочками, называемые пропускными клетками (см. рис. 62). Последние расположены против радиальных участков ксилемы.

Боковые корни

Боковые корни закладываются внутри корня, в его образовательной ткани — перицикле — и растут наружу, сквозь лежащие на их пути ткани первичной коры (рис. 72). Они имеют такое же первичное строение, как и корень, от которого они берут свое начало.

72. Поперечный разрез корня, на котором видно заложение боковых корней.

r_1 — залагающийся боковой корень;
 r_2 — начинающий залагаться боковой корень;
 end и cap — эндодерма;
 cal — залагающийся корневой чехлик.
 Увеличение в 80 раз.



Вторичное строение корня

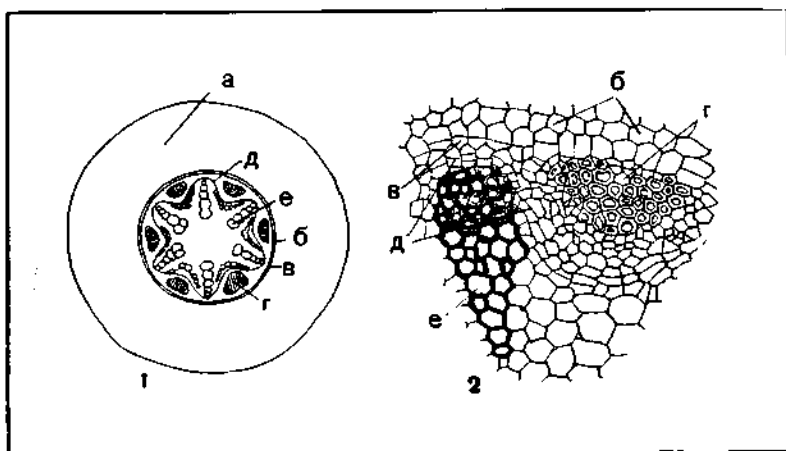
У большинства видов однодольных и у некоторых видов двудольных растений первичное строение корня остается на всю жизнь. У голосеменных и двудольных растений (а также у некоторых однодольных древесных, например у драцены) первичное строение корня с возрастом меняется. Переход первичного строения корня во вторичное происходит уже в зоне всасывания следующим образом: в центральном осевом цилиндре, между древесиной и лубом, путем деления клеток паренхимы появляется слой камбия, который производит элементы вторичной древесины (к центру) и вторичного луба (кнаружи) (рис. 73, 74, 75).

Одновременно клетки перицикла также начинают делиться, превращаясь в пробковый камбий, образующий к периферии слой пробки и к центру феллодерму, т. е. формирующий перидерму. Первичная кора, отрезанная таким образом перидермой от питания из центральных частей корня, отмирает и сбрасывается. У некоторых двудольных феллоген возникает не из перицикла, а из клеток паренхимы первичной коры. Тогда последняя частично сохраняется. У многолетнего корня камбий представляется на поперечных разрезах сплошным кольцом, от которого внутрь образуются слои древесины, а наружу — ткани луба и формируются сердцевинные лучи. Впоследствии перидерма может возникать под образовавшейся вторичной корой, отделяя ее и приводя к частичному отмиранию и сбрасыванию.

В паренхиме вторичной коры откладываются крахмал или инулин, а также витамины, белки, алкалоиды, глюкозиды, смолы и другие вещества. В запасющих корнях — «корнеплодах» растений из семейства крестоцветных (редька, редис турнепс, репа и др.) сильно разрастается ксилема корня за счет паренхимных клеток, в которых откладываются запасные питательные вещества (рис. 76). У «корнеплодов» растений из семейства зонтичных (молочай, петрушка и др.) сильнее разрастается паренхима флоэмы корня (рис. 77). У «корнеплодов» свеклы в результате деления клеток перицикла и первичной флоэмы образуется масса паренхимных клеток, составляющих первую кольцевую паренхиму. В кольцевой паренхиме зарождается второе камбиальное кольцо, дающее проводящие коллатеральные пучки открытого типа и межпучковую паренхиму. В образовавшейся новой паренхиме зарождается третье камбиальное кольцо. Образование новых камбиальных колец продолжается и в дальнейшем,

73. Начальная стадия перехода первичного строения корня во вторичное.

1 — схема поперечного разреза корня;
2 — часть поперечного разреза центрального цилиндра корня.
Увеличение в 300 раз;
а — первичная кора;
б — эндодерма;
в — перицикл;
г — первичный луб;
д — камбий;
е — первичная древесина.



достигая у лучших сортов сахарной свеклы двенадцати. В паренхимных клетках корня откладываются запасные питательные вещества (сахароза, белки и др.), и «корнеплод» достигает значительных размеров.

Корневые клубеньки

На корнях растений из семейства мотыльковых (бобовых — бобы, фасоль, горох, чечевица, соя, клевер, люцерна и др.) возникают клубеньки, состоящие из клеток разросшейся первичной коры (рис. 78). На корневой системе одного растения бывает несколько тысяч клубеньков. Еще в 1866 г. М. С. Воронин открыл, что в клубеньках живут и размножаются бактерии особого вида, получившие название клубеньковых. Позже была выяснена сущность этого сожительства (симбиоза) бактерий и зеленых растений.

Поскольку бобовые растения, живя в симбиозе с клубеньковыми бактериями, дают значительно больший урожай, чем без него, постольку важно наличие клубеньковых бактерий в почве, в которую производится посев бобовых. При отсутствии бактерий в почве клубеньки на корнях растения не появляются, растение не получает дополнительного питания от бактерий и снижает урожай. Поэтому при посевах бобовых растений и отсутствии в почве клубеньковых бактерий производится заражение семян клубеньковыми бактериями (нитрагином).

Микориза

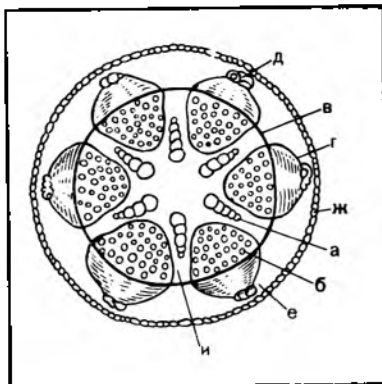
На концах корней многих травянистых и древесных растений наблюдаются грибовые нити. У некоторых видов растений грибы живут снаружи корня, оплетая весь его конец густым чехлом (экотрофная микориза, рис. 79). У других видов растений грибовые нити живут внутри корня, в клетках коры (эндотрофная микориза), или и внутри, и снаружи (экто-эндотрофная микориза). Конец корня, оплетенный нитями гриба, называется микоризой. Гриб при этом симбиозе ис-

74. Вторичное строение корня.

75. Часть поперечного разреза корня хлопчатника.

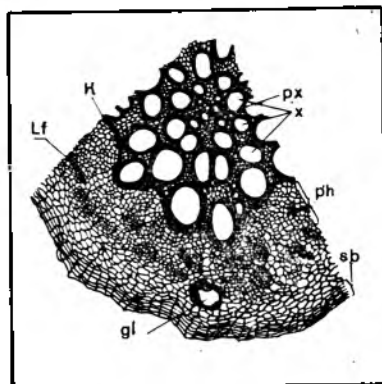
К рис. 74

а — первичная древесина;
 б — вторичная древесина;
 в — камбий;
 г — вторичный луб;
 д — первичный луб;
 е — вторичная кора;
 ж — перидерма;
 и — сердцевинный луч (схема).



К рис. 75

рх — первичная древесина;
 х — вторичная древесина;
 к — камбий;
 рл — вторичный луб;
 lf — лубяные волокна;
 sb — перидерма;
 gl — железна.



пользует для своего питания углеводы зеленого фотосинтезирующего растения, а зеленое растение использует минерализованные грибом органические вещества почвы и запасные вещества самого растения, а также ферменты гриба. Нити гриба в то же время заменяют корневые волоски (поглощение позвонного раствора), не развивающиеся на эпиблеме в этом случае.

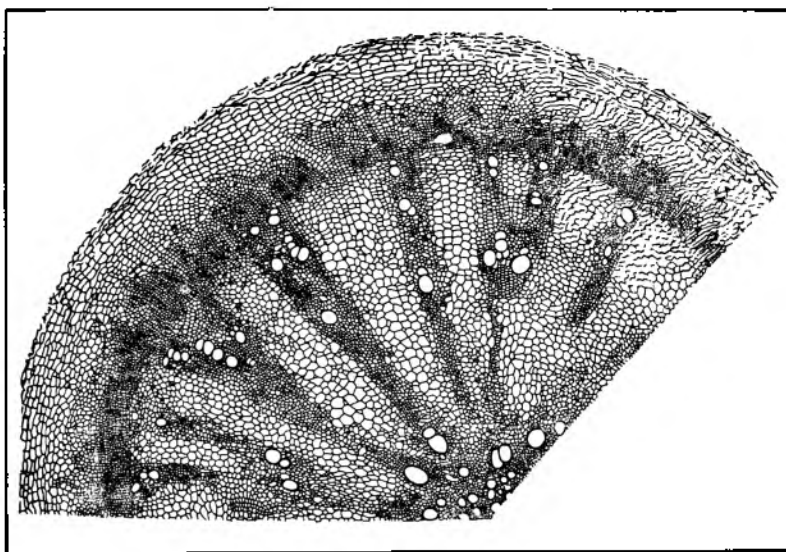
Таким образом, ряд видов грибов связан с некоторыми видами семенных зеленых растений и потому плодовые тела определенных видов грибов находятся под зелеными растениями соответствующих видов. Так, вид гриба, живущий на корнях осины, образует свои плодовые тела на поверхности почвы под осинкой и получил название подосиновика. Так же объясняется связь с березой гриба другого вида — подберезовика. То же следует сказать о поддубовике, растущем под дубом, о рыжике, растущем под елью, о масленке, растущем под сосной, и т. д. Также связаны с определенными видами грибов виноград, слива, хинное дерево, кофейное дерево, злаки, лук, горечавка, герань, земляника и многие другие растения.

Семенное растение вследствие симбиоза с грибом лучше питается (микотрофное питание) и потому лучше растет. В тех случаях, когда сажались деревья в новых местах, где не было соответствующих грибов в почве, деревья росли слабо, например при посадках в степи, в лесных полосах. Однако достаточно было посеять в такие почвы гриб (чистую культуру гриба или немного лесной земли), как тотчас же появлялась микориза и дерево росло сильнее.

Физиология корня

Главнейшей функцией корня является поглощение из почвы воды и растворенных в ней минеральных веществ. Это осуществляется, как уже говорилось, концами корней, всасывающая поверхность которых во много раз увеличена корневыми волосками, существующими по 15—20 дней и более. Вода проводится по корню и стеблю в листья, которыми испаряется (о сосущей силе клетки и корневом давлении см. стр. 51, 127, 128).

76. Поперечный разрез корнеплода редьки.



Таким образом, все части растения, все его ткани снабжаются водой, без которой невозможна жизнедеятельность растения. Тело растения по весу на 65—97% состоит из воды (семена содержат 10—15% воды). Растением поглощаются большие количества воды из почвы. Так, растение кукурузы за все время своего развития, т. е. около 150 дней, поглощает около 200 л воды.

**Элементы
минеральной пищи
растений**

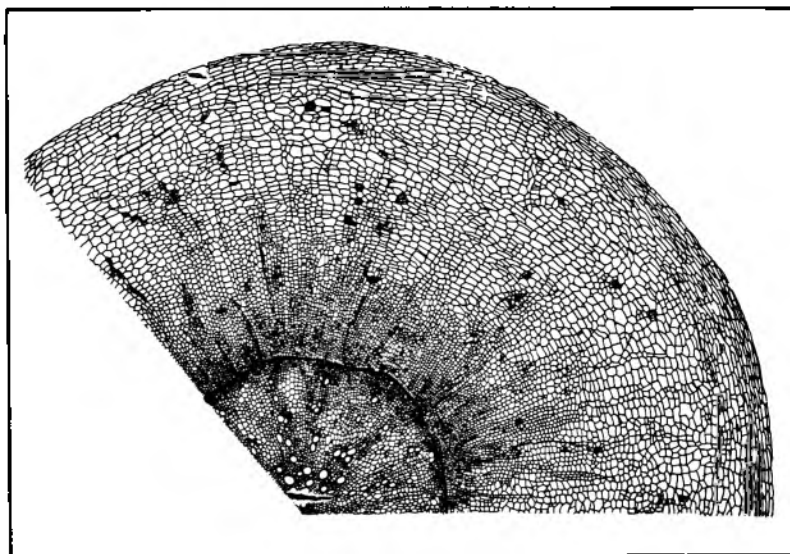
Химический анализ растения показывает, что оно, помимо воды, состоит из органических и минеральных веществ. При сжигании растения органические вещества разлагаются и их составные части (азот, кислород, водород, углерод) улетучиваются. Минеральные же соли остаются в виде золы, состоящей из следующих химических элементов: калия, фосфора, кальция, серы, магния, железа, кремния и др. Кроме этого, в состав золы входят в ничтожных количествах и потому называются микроэлементами следующие элементы: медь, бор, молибден, марганец, цинк, алюминий, кобальт, йод и др.

Углерод и кислород (при фотосинтезе) растение поглощает из воздуха. Азот и все перечисленные выше элементы золы растение поглощает из солей, растворенных в почвенной воде. Из всех этих элементов синтезируются важнейшие органические соединения, из которых состоит растение.

**Водные
и песчаные
культуры**

Это прекрасно подтверждается так называемыми водными культурами, при которых корни растения развиваются не в почве, а в водном растворе солей, состав которых известен и легко может быть изменен (рис. 80). Д. Н. Прянишников определил следующий состав солей для водной культуры, при котором растение развивается нормально: на 1 л воды берут 0,24 г NH_4NO_3 , 0,06 г MgO_4 , 0,172 г $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,16 г KCl , 0,344 г $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,025 г $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Есть и другие предложения состава солей для водных культур. Чтобы избежать избытка кислоты или щелочи, по мере потребления солей растением раствор периодически меняют. Смещение реакции раствора обусловлено неравномерным (избирательным) поглощением анионов и катионов раствора.

77. Поперечный разрез корнеплода моркови.



Следовательно, можно растения выращивать не в почве, а искусственно питая их растворами необходимых для них солей в нужных пропорциях и количествах. Такое выращивание растений называется гидропоникой. Теперь в промышленных масштабах выращиваются урожаи в гидропонических теплицах, причем урожай, например огурцов в гидропонической теплице, получается на 125% выше, а затраты труда — на 25—50% ниже, чем в обычных земляно-навозных теплицах. Гидропоника имеет большое будущее там, где много света и тепла, на трудно осваиваемых почвах (например, на солончаках), затем — в теплицах для снабжения промышленных центров свежими овощами, на высокогорных станциях, на экспедиционных кораблях, зимовках и т. п. Подобные же результаты достигаются методом песчаных культур, когда растения выращиваются в промытом кварцевом песке на водных растворах искусственных смесей необходимых минеральных солей.

Поглощение минеральных солей

Опыты показывают, что поглощение минеральных солей клетками эпидермы корня из почвы представляет сложный процесс. Если поступление воды в клетку происходит в силу разности осмотических давлений внутри клетки и в окружающей среде (почвенный раствор) и происходит пассивно, то поглощение растворенных веществ требует значительных затрат энергии. Растение поглощает элементы зольной и азотной пищи в основном в виде вполне минерализованных соединений — солей серной, азотной, фосфорной и других кислот. При этом ведущая роль принадлежит обменному поглощению необходимых элементов зольной и азотной пищи, т. е. поглощению ионов (анионов и катионов) в обмен на выделяемые живой клеткой ионы угольной кислоты H^+ и HCO_3^- . Последние образуются в клетке в процессе ее дыхания. Таким образом, поглощение элементов пищи из почвы требует достаточно энергичного дыхания в клетках корня, затраты ими запасных веществ на этот процесс.

Не все ионы поглощаются корневой клеткой в одинаковой мере. Поглощаются могут то преимущественно катионы, то

78. Корни бобовых растений с клубеньками.

- 1 — горох;
2 — клевер;
3 — сераделла;
4 — люпин;
5 — донник.



анионы той или иной соли. В этом проявляется избирательная способность живой клетки.

Активная деятельность корневых клеток проявляется и в выделении ими в почву ряда органических веществ, в основном органических кислот, способствующих переходу трудно-растворимых соединений почвы в растворимые. Эти корневые выделения являются субстратом жизни разнообразных почвенных микроорганизмов, образующих вокруг корней ризосферу и, в свою очередь, способствующих переходу многих соединений почвы в легко усваиваемые корнями формы.

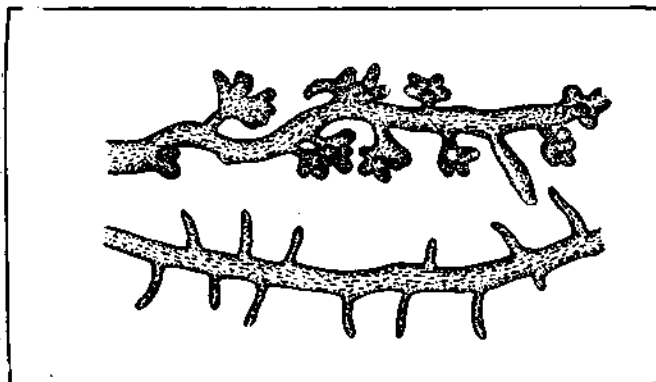
В природе широко распространены изотопы. Изотопами называются атомы одного и того же химического элемента, имеющие разный атомный вес. Изотопы обладают одинаковыми химическими свойствами. Каждый химический элемент в природе состоит из определенной совокупности изотопов. Например, кислород является совокупностью трех изотопов кислорода: 99,758% изотопа O^{16} + 0,039% изотопа O^{17} + 0,203% O^{18} .

Можно искусственно получить радиоактивный изотоп, примешать его к изотопной смеси элемента и тогда появится возможность следить за химическим элементом по электронам, которые излучают радиоактивный изотоп. Излучения радиоактивного изотопа обнаруживаются посредством специального счетчика Гейгера — Мюллера. Такие радиоактивные изотопы и есть меченые атомы.

Методом меченых атомов, или радионуклидов, открыты в растительных и животных организмах места, в которых откладываются микроэлементы, витамины и т. п. До открытия метода меченых атомов невозможно было наблюдать за микроэлементами или витаминами потому, что они присутствуют в организме в очень малых количествах. Методом меченых атомов открыты пути и скорость передвижения в организме различных веществ, например передвижение лекарственных веществ в организме человека. Исследование методом меченых атомов процесса фотосинтеза показало, что в зеленых частях растения ассимилируется углерод не только из углекислоты воздуха, но и из углекислого натрия (Na_2CO_3), прошедшего из корней.

79. Микориза.

Вверху — корень сосны с наружной микоризой; внизу — корень сосны без микоризы.



Синтез веществ в корне

В корне может происходить первичное превращение ряда поглощаемых минеральных веществ и синтез органических соединений. Например, у табака в корнях синтезируется никотин, у каучуконосных растений — каучук.

Видоизменения корней (корнеплоды сахарной, столовой и кормовой свеклы, моркови, брюквы, турнепса и др.) используются для питания человека и сельскохозяйственных животных. Корни и их видоизменения успешно используются в медицинской практике. Лекарственных растений, откладывающих ценные лекарственные вещества в корнях, очень много. Слизь в 2—3-летних корнях алтея, препараты солодкового (лакричного) корня, колюрия, имеющая в корнях эфирное масло, используемое как анестезирующее средство. Женьшень накапливает в корнях глюкозид, являющийся тонизирующим средством. Ипекакуана имеет в корнях алкалоиды, используемые в медицинской практике. В 4—5-летних корнях горечавки имеется глюкозид, используемый как способствующее пищеварению и возбуждающее аппетит средство. В корнеклубнях ятрышника откладывается слизь, также находящая применение.

Побег

Стебель с листьями и почками называется побегом. Места примыкания листьев и почек к стеблю называются узлами, а участки стебля, заключенные между узлами, — междоузлиями.

В зависимости от длины междоузлия различают побеги удлиненные и укороченные. Примером удлиненного побега является длинный побег лука или одуванчика, или тюльпана, заканчивающийся на верхушке соцветием или цветком (цветочная стрелка), состоящий всего из одного междоузлия. Примером укороченного побега может служить короткий побег яблони или груши, состоящий из многих сближенных узлов и междоузлий между ними (рис. 81). Такие укороченные побеги у плодовых деревьев называются плодушками; на них обычно развиваются цветочные почки и по том цветки и плоды. К укороченным побегам относится прикорневая розетка одуванчика.

80. Водная культура.

**Почка**

Всякий побег развивается из почки. Следовательно, почка является зачаточным побегом. Она содержит конус нарастания стебля, зачаточные листья и почки и, у большинства наших растений, прикрывающие их почечные чешуи.

Стебель побега растет своей верхушкой, на которой находится конус нарастания, состоящий из первичной меристемы. Меристема конуса нарастания стебля состоит из одного или нескольких поверхностных слоев клеток, называемых туникой, и массы внутренних клеток конуса, называемых корпусом. Впоследствии из туники образуется эпидерма, а для некоторых видов растений — и наружные слои первичной коры; из корпуса образуются внутренние ткани стебля. За меристемой конуса нарастания стебля следует зона растущих клеток. Ниже формируются элементы проводящей механической и других тканей.

Стебель еще способен расти в основаниях междоузлий. Это так называемый вставочный, или интеркалярный, рост. Вследствие вставочного роста междоузлия удлиняются (рис. 82).

По бокам основания конуса нарастания экзогенно (наружно) возникают первичные бугорки, из которых впоследствии развиваются зачаточные (примордиальные) листья. В пазухах примордиальных листьев образуются вторичные бугорки, из которых развиваются пазушные почки и впоследствии — побеги (боковые ветви).

Почечные чешуи представляют нижние, видоизмененные, листья почки, закончившие рост и обычно опробковевшие в наружной части, плотно прикрывающие и защищающие молодые зачатки. У некоторых видов растений, например у тополя бальзамического, эти чешуи выделяют бальзам и потому они клейкие, блестящие и пахучие. У некоторых, например у крушины ломкой, почечные чешуи отсутствуют — почки голые.

Типы почек

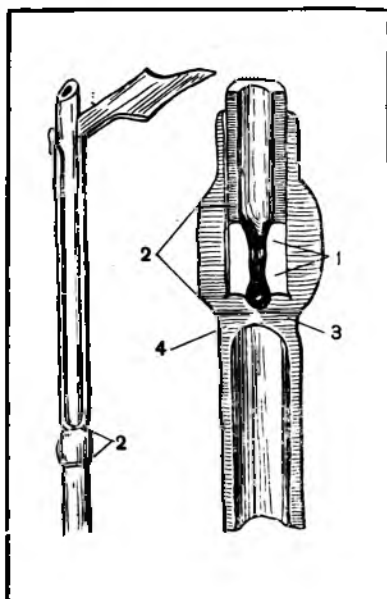
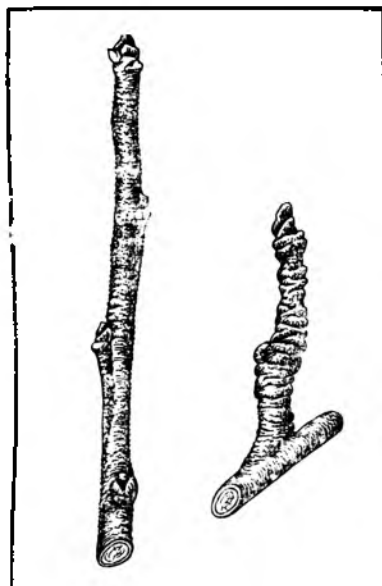
По положению различают верхушечные и боковые почки. Верхушечная почка находится на конце, на верхушке стебля или боковой ветви. К боковым почкам относятся возникающие из вторичных бугорков в углу, образованном стеблем и листом, называемом пазухой листа, пазушные почки.

81. Удлиненный (ростовой) одиолетний побег (слева) и укороченный (плодушка) многоолетний побег яблони (справа).

82. Отрезки соломины ржи.

К рис. 82

1 — зона иставочного роста;
2 — утолщение узла;
3, 4 — перегородки в узле. Слева — натуральная величина, справа — увеличение в 5 раз.



К боковым же относятся придаточные, или адвентивные, почки, образующиеся в разных местах любого органа растения, — корни (корневая поросль растет из придаточных почек корней), междоузлия стебля, на листе (например, на листе бегонии).

Существенной особенностью придаточных почек является то, что они в отличие от пазушных возникают эндогенно (внутриродно), а потому снаружи не видны. Местом их заложения служат ткани, способные к новообразованиям (камбий, перикцикл). Исключение представляют листья, образующие их экзогенно.

Почки могут находиться более или менее длительное время в состоянии покоя. Таковы, например, покоящиеся почки деревьев и кустарников зимой. Весной большинство из них трогается в рост. Однако некоторые могут оставаться неопределенно долгое время в состоянии покоя и переходят в категорию спящих почек. К спящим почкам относятся обычно и придаточные. Какие-либо внешние причины (повреждение побега, срубание ствола дерева и др.) могут вызвать их переход к активному состоянию и образование побегов.

Кроме почек, образующих вегетативные побеги (стебли с листьями), могут быть цветочные почки, образующие цветки и даже целые соцветия. Наконец, существуют еще так называемые выводковые почки. Они могут отрываться от материнского растения и, попадая на землю, прорастать, т. е. служить вегетативному его размножению. Выводковые почки образуются у листостебельных растений обычно в пазухах листьев, но иногда и на самих листьях. В процессе эволюции растений, приспособления к каким-либо особым условиям существования или к выполнению особых функций, побеги в целом часто подвергались существенным видоизменениям — метаморфозам.

Стебель

Морфология стебля

Стебель — осевой орган — выполняет следующие функции: проводит воду с растворенными в ней веществами из корня к листьям, цветам, плодам и раствору органических веществ из листьев по всему растению, поддерживает массу листьев в наилучших для них условиях освещения. В начале развития стебель является органом ассимиляции (зеленые стебли); у многих видов растений он представляет собой хранилище запасных питательных веществ.

Соответственно выполняемым функциям стебель обычно бывает прочным, длинным, разветвленным, богатым проводящими и механическими тканями. Это надземная часть растения, растущая вверх (положительный геотропизм), несущая на себе листья, а также цветки и плоды.

В исключительных случаях стебель растет горизонтально (у ползучих и подземных побегов) или вниз (у деревьев плакучей формы).

У молодого проростка, возникшего из семени, часть стебля между корневой шейкой и семядолями, называется подсемядольным коленом, тогда как часть стебля выше семядолей называется надсемядольным коленом.

Формы стеблей

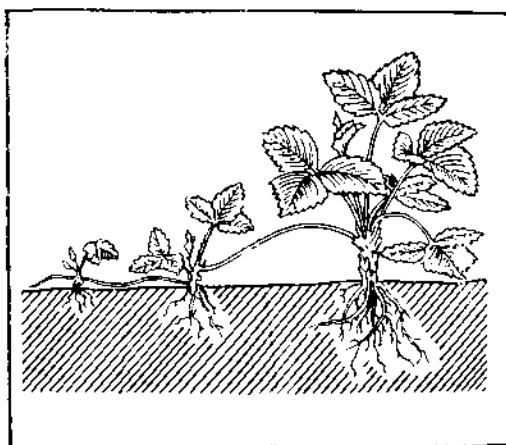
По положению в пространстве стебли бывают прямостоячие, приподнимающиеся, лежачие, ползучие, лазающие, вьющиеся. Прямостоячими называются стебли, достаточно прочные для того, чтобы вертикально подниматься над поверхностью земли и поддерживать в пространстве листья и плоды (например, стебель пшеницы, ствол дуба). Приподнимающиеся — это стебли, лишь в нижней части стелящиеся, лежачие — стелящиеся по земле. Ползучими называются стебли, стелящиеся по земле и укореняющиеся при помощи придаточных корней, растущих из узлов стебля.

В растениеводстве ползучие стебли с длинными междоузлиями, например у земляник, называются усами (рис. 83), а лежащие стебли с короткими междоузлиями, например у огурца, — плетями.

Вьющимися обычно называются стебли слабые, поднимающиеся над поверхностью земли, только обвиваясь (вьюнок, хмель) вокруг стеблей других растений. Лазающие цепляются за другие растения или за какую-нибудь другую опору своими усиками как горох (см. рис. 284), прицепками (подмаренник), присосками (плющ). Растения, имеющие вьющийся стебель, и лазающие называются лианами, например вьюнок, хмель (рис. 84), виноград. У различных видов, имеющих вьющийся стебель, наблюдаются разные направления роста стебля и это свойство остается у них постоянным. Так, верхушка стебля хмеля, обвивая опору, всегда растет по направлению движения часовой стрелки, тогда как верхушка стебля вьюнка — против часовой стрелки.

В зависимости от условий среды у различных видов растений и даже у разных особей одного и того же вида видоизменяется стебель. Стебли, развивающиеся в воздухе, имеют в эпидерме много устьиц, хорошо развитые механические

83. Ползучий стебель (побег) земляники — ус. 84. Вьющийся стебель хмеля.



ткани и сердцевину, которая с возрастом часто исчезает и потому стебель становится полым (соломина). Стебли, развивающиеся в почве (корневища, столоны), имеют эпидермис с меньшим числом устьиц, более развитую кору, слабо развитые механические ткани и сердцевину. Стебли, развивающиеся в воде, не имеют в эпидермисе устьиц, имеют сильно развитую с воздушными полостями кору и слабо развитые проводящие и механические ткани.

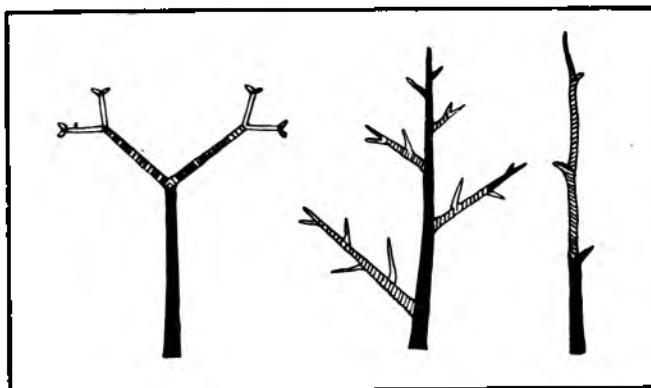
По форме поперечного сечения стебли бывают следующие: круглый, на поперечном разрезе представляющий округлым (у большинства растений), трехгранный, на поперечном разрезе представляющий треугольником (например, у большинства осок), четырехгранный (например, у мяты, крапивы и других видов из семейства губоцветных, многогранный (например, у кактусов, конопли), ребристый, когда на стебле выдаются многочисленные ребра (например, у валерианы), сплюснутый, лентообразный (например, у кактуса опунции) (см. рис. 125). Некоторые виды растений имеют шарообразный стебель (например, у кактусов). У других — стебель полый в междоузлиях (например, у пшеницы, укропа, валерианы); полый стебель у злаков называется соломиной (см. рис. 82).

Стебель, имеющий на своей верхушке соцветие или цветок и состоящий из одного междоузлия, как у одуванчика, тюльпана, лука, примулы и т. п., называется цветочной стрелкой (см. рис. 324).

В течение первых месяцев жизни первого вегетационного периода стебель остается травянистым, зеленым (стебель, как лист, фотосинтезирует). У травянистых растений осенью он отмирает. У многолетних деревянистых растений стебель к концу первого года жизни утолщается, покрывается пробкой, деревенеет, становится прочным. В соответствии с этим растения делятся на травянистые, полукустарники и кустарники и деревья. У полукустарников от основания (у земли) растет несколько стеблей и только нижняя часть их деревянистая, а верхняя остается травянистой (черника, шалфей и др.) и ежегодно отмирает. У кустарников все стебли более или менее одинаковы по размеру и ветвятся у самой земли, полностью деревянистые, многолетние (орешник, шиповник, смородина, сирень и др.). У деревьев

85. Схемы ветвления.

Слева — дихотомическое,
в середине — моноподиальное,
справа — симподиальное.



полностью одревесневшие стебли делятся на главный ствол и ветви первого, второго, третьего и т. д. порядка (дуб, липа и др.).

Ветвление стеблей

Ветвление стеблей у разных видов растений происходит различными способами. Различают три типа ветвления: дихотомическое, моноподиальное и симподиальное (рис. 85). При дихотомическом ветвлении верхушечная инициальная клетка конуса нарастания стебля или другого осевого органа дает начало двум осям, каждая из которых продолжает ветвиться вильчато тем же способом. Дихотомическое ветвление является наиболее примитивным, характерно для плаунов, мохообразных, водорослей и не встречается у цветковых растений. У гвоздики, сирени, конского каштана и др. наблюдается ветвление, похожее на дихотомическое, но оно является ложнодихотомическим, или вильчатым. В этих случаях две ветви вырастают не из одной верхушечной точки роста, как при дихотомическом ветвлении, а из двух боковых супротивных почек (при супротивном листорасположении). Верхушечная же почка замирает.

При моноподиальном ветвлении верхушечная почка в течение всей жизни растения продолжает рост главного стебля, который удлиняется и утолщается в большей степени, чем боковые ветви. Моноподиальное ветвление характерно для ели, сосны, пихты, бука и др.

При симподиальном ветвлении верхушечная почка стебля замирает, а ближайшая от нее боковая почка дает побег, продолжающий рост стебля. Симподиальное ветвление характерно для тыквенных, картофеля, томата, яблоки, сливы, грецкого ореха, березы, липы и др.

У многих растений, например у хлопчатника, наблюдается и симподиальное, и моноподиальное ветвление. Причем моноподиальные ветви остаются ростовыми, а симподиальные цветут.

Размеры стеблей

По величине стебли чрезвычайно варьируют. Примером растения, наименьшего по величине среди цветковых растений может служить вид орхидеи, растущей в Австралии и не превышающей по размерам 2 мм. В качестве примера растений, наибольших по величине, могут быть приведены деревья эвкалипта, растущего в Австралии, и могут быть приведены деревья секвойи (называемой еще мамонтовым деревом, вашингтонией, велингтонией), растущей в Северной Америке, достигающие более 100 м высоты; деревья

Долговечность стеблей и растений

лихты, растущей в СССР и достигающей 65 м высоты, ели и сосны, достигающие 50—60 м. Наиболее длинный стебель имеет ротанговая пальма, являющаяся лианой. Стебель этой пальмы лежит частично на земле, частично обвивает стволы других деревьев; толщина ее стебля 4—5 см, но длина достигает 400 м. Окружность стволов гигантских деревьев у их основания достигает 30 м у эвкалипта и 36 м у секвойи. В Малой Азии наблюдались стволы каштанов, имеющие у основания 20 м в окружности, чинары (платаны) — 15 м в окружности. В дуплах таких стволов устраивались чайные, загонны для овец и т. п.

По долговечности стебли также сильно варьируют. Есть весеннее растение крупка, которая живет всего несколько недель, а следовательно, и стебли ее существуют столько же. У всех травянистых растений стебли однолетние, например у пшеницы, кукурузы, гороха, чистотела, подсолнечника. Однако растения с травянистыми однолетними стеблями могут быть многолетними, так как сохраняют подземные органы (корневища и др.), способные давать ежегодно новые побеги. Таково большинство наших трав.

Наиболее долговечными деревьями являются мексиканский кипарис, живущий около 10 000 лет, драцена и баобаб — около 6000 лет, секвойя — около 5000 лет, кипарис, тисс, кедр, живущие до 3000 лет, каштан, можжевельник — до 2000 лет, дуб, ель — до 1200 лет, липа — до 1000 лет. В Грузинской ССР растут рощи тисса тысячелетнего возраста. Бук живет до 600—900 лет, маслина — до 700, тополь белый — до 300—600, шиповник — до 400, орех грецкий — до 300—400, черешня — до 100—400, груша — до 300, яблоня — до 200, виноград — до 80—130 лет.

Анатомия стеблей

Поскольку главными функциями стебля являются проведение водных растворов и поддержание в пространстве листьев, постольку в нем хорошо развиты проводящие и механические ткани.

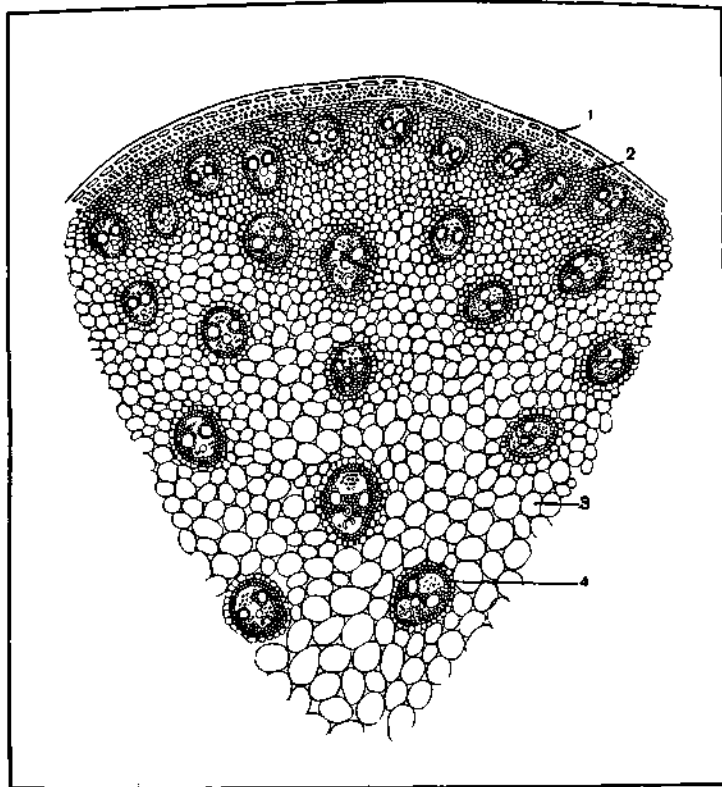
Анатомия стебля голосеменных и покрытосеменных (однодольных и двудольных) растений различна. Кроме того, у голосеменных и двудольных растений анатомия стебля в течение первого периода жизни бывает одна (первичное строение), а потом меняется и в течение последующего времени жизни бывает другой (вторичное строение). Однодольные растения нашей флоры сохраняют на всю жизнь первичное строение своих органов.

Как указывалось выше, анатомические структуры стебля берут свое начало от первичной меристемы конуса нарастания путем ее роста и дифференцирования.

Снаружи стебель покрыт эпидермой, дифференцирующейся из наружного слоя клеток тунки, под которой находится первичная кора, состоящая из большего или меньшего числа слоев паренхиматических клеток. Периферические слои этой паренхимы имеют хлоропласты и ассимилируют. В этой паренхиме часто развиваются, участками или сплошным слоем, механические ткани — колленхима (у двудольных) и склеренхима. Внутренний слой первичной коры называется эндодермой, или крахмалоносным влагалищем. Стенки его клеток иногда одревесневают или одробковывают, но, как и в корне,

86. Часть поперечного разреза стебля кукурузы.

- 1 — эпидерма;
 2 — склеренхима;
 3 — основная ткань;
 4 — сосудисто-волокнистый пучок.
 Увеличение в 40 раз.



содержат пропускные клетки. Чаще в стебле эндодерма представлена слоем живых паренхимных крахмалоносных клеток — крахмальным влагалищем, или не выражена совсем. Под эндодермой находится центральный цилиндр — стела. Снаружи центральный цилиндр имеет перицикл, образуемый одним или несколькими слоями живых активных клеток, дающий начало паренхимным клеткам радиальных лучей, придаточным почкам, придаточным корням, прозенхимным клеткам склеренхимы или лубяных волокон (например, у конопли). Центральный цилиндр содержит проводящие пучки. Внутри центрального цилиндра находится сердцевина, состоящая часто из отмерших клеток, или цилиндр является полым. Все перечисленные ткани возникают из меристематических клеток конуса нарастания стебля в зоне дифференциации. Там же возникают тяжи прозенхиматических клеток меристемы — прокамбиальные пучки. Из прокамбия образуются элементы проводящих тканей (сосуды, трахеиды, ситовидные трубки, клетки-спутницы), механические и другие ткани, составляющие сосудисто-волокнистые пучки.

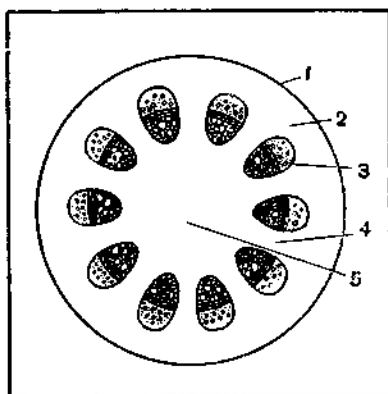
Центральный цилиндр стебля — стела — связан с листьями и ветками посредством листовых и веточных следов через соответствующие листовые и веточные прорывы в стеле. Листовые и веточные следы представляют проводящие пучки, отходящие от стеблевых пучков в соответствующий лист или боковую ветвь.

**Строение стеблей
однодольных
растений**

Анатомия стебля однодольного растения хорошо видна на поперечном разрезе стебля кукурузы. Большая часть стебля заполнена паренхиматическими клетками основной ткани.

87. Поперечный разрез стебля двудольного растения (схема). Первичное строение.

- 1 — эпидерма;
- 2 — кора;
- 3 — сосудисто-волокнистый пучок;
- 4 — сердцевинный луч;
- 5 — сердцевина.



В основной ткани проходят в вертикальном направлении развившиеся из прокамбия, под конусом нарастания, многочисленные сосудисто-волокнистые пучки. В расположении пучков в стебле не отмечается какого-либо порядка (рис. 86). Сосудисто-волокнистые пучки закрытые и коллатеральные (см. рис. 59). Каждый пучок частично или полностью окружен механической тканью и представляет листовой след, т. е. входит в соответствующий лист. Снаружи стебель покрыт эпидермой, под которой находится несколько слоев механической ткани (склеренхимы). Пробковый камбий не образуется. Центральная часть стебля у некоторых видов растений, например у кукурузы, занята рыхлой белой основной тканью, а у других, например у большинства злаков, стебель полый (соломина). Тогда пучки расположены одним или двумя кругами.

Как видно, в стебле кукурузы отсутствует ясно выраженное разделение на первичную кору и центральный цилиндр. Это происходит потому, что многочисленные проводящие пучки здесь являются листовыми следами и проходят в косом направлении через первичную кору в соответствующие листья. На поперечном разрезе, таким образом, в коровой части стебля всегда будут многочисленные пучки. Эндодерма здесь не выражена или слабо выражена.

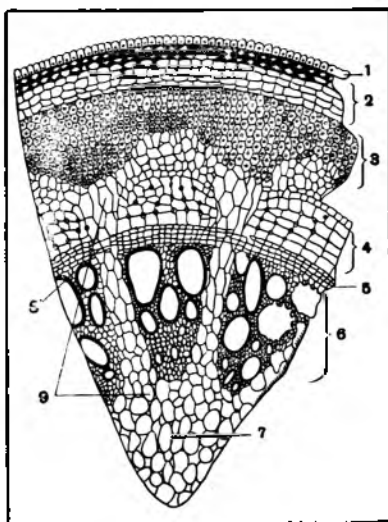
У других однодольных (например, у ландыша, купены из семейства лилейных) на поперечном разрезе стебля в междоузлии резко выражена первичная кора с типичной эндодермой (ландыш).

Таким образом, особенностями анатомического строения стеблей однодольных является отсутствие вторичных образований, разбросанность (у большинства) проводящих пучков (на поперечном разрезе), всегда лишенных камбия (закрытых). Последние чаще коллатерального типа, но могут быть и концентрическими.

Такое строение стебля почти у всех однодольных растений остается неизменным на всю жизнь. Только древесные растения из семейства лилейных (например, драцена, алоэ, юкка) и пальмы утолщают стебель путем образования в основной ткани вторичных замкнутых концентрических сосудово-волокнистых пучков. По мере утолщения стебля у них образуются новые пучки.

88. Часть поперечного разреза стебля кирказона.

- 1 — эпидерма;
2 — колленхима и основная ткань коры;
3 — механические клетки (склеренхима);
4 — луб сосудисто-волокнистого пучка;
5 — лучевой камбий;
6 — древесина сосудисто-волокнистого пучка;
7 — сердцевина;
8 — межпучковый камбий;
9 — сердцевинный луч.
Увеличение в 100 раз.



**Первичное
строение стеблей
двудольных
растений**

Пучковое первичное строение стебля двудольного растения показано на схеме (рис. 87). Отличительными особенностями пучкового первичного строения стебля двудольного растения от строения однодольного растения являются следующие: расположение сосудисто-волокнистых пучков по окружности (на поперечном разрезе в области междоузлия), наличие камбия в каждом пучке, т. е. открытые пучки коллатерального, реже биколлатерального типа, сердцевинные лучи — полосы основной ткани между пучками, соединяющие сердцевину с корой.

Паренхимные клетки сердцевины обычно крупны, составляют рыхлую, с воздухоносными межклетниками и потому белого цвета основную ткань (например, у подсолнечника, бузины). У некоторых видов растений (например, у тыквы) клетки сердцевины отмирают и стебель становится полым.

Клетки паренхимы первичной коры имеют хлоропласты и потому стебли зеленого цвета. В коре у многих двудольных формируется колленхима под эпидермой (рис. 88 и 89). Эпидерма чаще в виде крахмального влагища. Центральный цилиндр начинается чаще многослойным перичиклом, в котором обычно возникает склеренхимная ткань в виде отдельных тяжелей либо сплошного кольца. Прохождение проводящих пучков существенно отличается от такового у однодольных. Листовые следы проходят через коровую часть стебля и, разделяясь, своими анастомозами примыкают к проводящим пучкам стебля. Таким образом, можно выделить проводящие пучки, принадлежащие только стеблю (частные), и пучки, общие для стебля и листа (листовые следы).

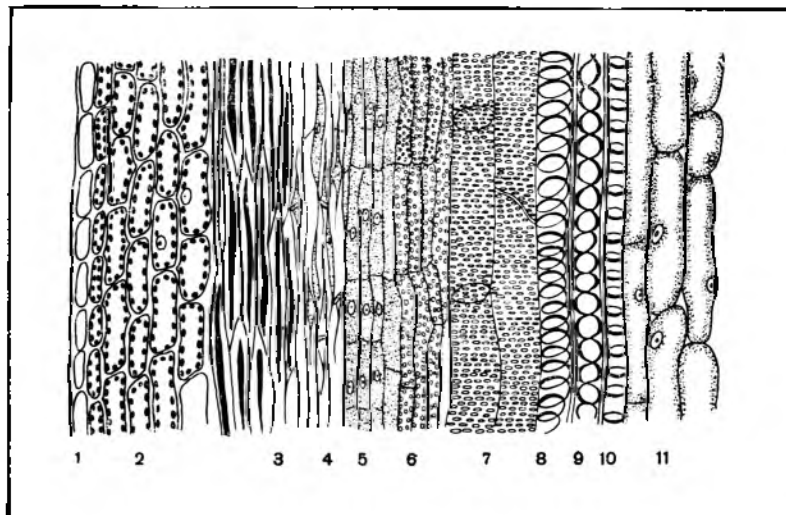
У некоторых видов двудольных растений (например, у тыквы, клевера, кирказона) такое пучковое первичное строение стебля остается на всю жизнь.

**Вторичное
строение
стеблей
двудольных
растений**

У других видов двудольных растений (например, у хлопчатника, клеверины, подсолнечника и многих других) первичное пучковое строение стебля наблюдается только в начале их жизни. Обычно вскоре их первичное строение стебля меняется. Изменения происходят вследствие деятельности камбия, как имевшегося в сосудисто-волокнистых пучках

89. Часть продольного разреза стебля клевера.

- 1 — эпидерма;
 2 — паренхима коры
 (видны хлоропласты в
 клетках);
 3 — склеренхима;
 4 — ситовидные трубки;
 5 — камбий;
 6 — паренхима древеси-
 ны;
 7 — пористые сосуды;
 8, 9 — спиральные сосу-
 ды;
 10 — кольчатый сосуд;
 11 — паренхима сердце-
 винья.
 Увеличение в 150 раз.



(пучкового), так и вновь возникающего из клеток паренхимы между пучками, и называемого межпучковым камбием. Клетки камбия, межпучкового и пучкового, делятся и производят новые элементы вторичной древесины (ксилемы) к центру стебля: 1) элементы основной ткани, состоящие из древесинной паренхимы и паренхимы сердцевинных лучей; 2) элементы механической ткани — либриформ; 3) элементы проводящей ткани — сосуды и трахеиды, и вторичной коры или флоэмы (к периферии стебля): а) элементы основной ткани — лубяной паренхимы, камбиформ и паренхимы сердцевинных лучей; б) элементы механической ткани — лубяные волокна (вторичная склеренхима); в) элементы проводящей ткани — ситовидные трубки и клетки-спутницы. Участки камбия межпучкового и пучкового сливаются и на поперечных разрезах стебля представляются в виде сплошного кольца (рис. 90, 91). Произведенные получившимся, таким образом, сплошным слоем камбия вторичные древесина и луб тоже представляются на поперечном разрезе в виде сплошных колец. Так, первичная пучковая структура стебля переходит во вторичную, сходную с беспучковой.

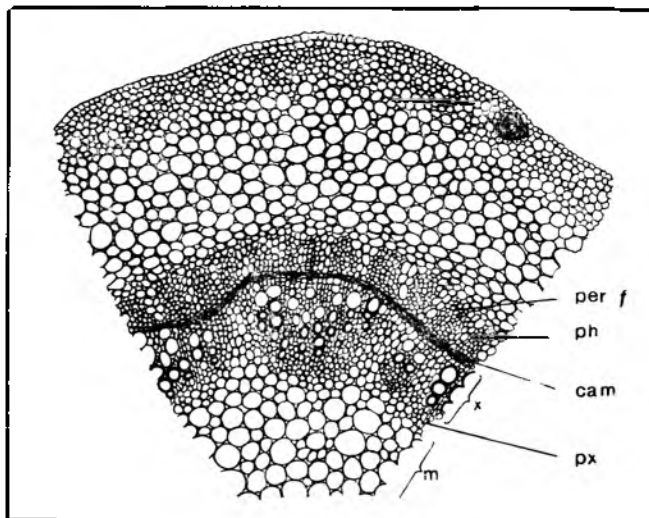
Непучковое строение стеблей

Наконец, у некоторых видов двудольных растений (например, у валерианы, льна, укропа, пастушьей сумки) в течение всей жизни растения существует только одно беспучковое (или непучковое) строение стебля. Оно залагается еще в начале формирования стебля в виде прокамбиального слоя и впоследствии не меняется. На поперечном разрезе таких стеблей видно кольцо камбия, откладывающее древесину и луб (рис. 92) подобно тому, как мы наблюдали это у стеблей вторичной структуры (рис. 93). Так же как и там, кольца древесины и луба пересекаются по радиусам узкими сердцевинными лучами.

Поскольку при изменении первичной структуры стебля во вторичную камбий откладывает к середине стебля вторичную древесину и к наружной стороне стебля вторичный луб, постольку первичная древесина остается все время в середине стебля, рядом с сердцевинной, а первичный луб отодвигается этими новыми вторичными отложениями камбия кнаружи (см. рис. 91, 93).

90. Часть поперечного разреза стебля хлопчатника.

per. f. — первичный луб;
 ph — вторичный луб;
 cam — камбий;
 x — вторичная древесина;
 px — первичная древесина;
 m — сердцевина.
 Увеличение в 30 раз.



Строение многолетних стеблей

Для многолетних стеблей деревьев и кустарников (двудольных и голосеменных) характерными особенностями являются следующие: ежегодное отложение слоев камбия слоем древесины и луба, образование годичных слоев древесины, образование вторичных покровных тканей, деревянистый стебель (см. рис. 93). Откладываемые новые слои вторичной древесины и вторичного луба приводят к утолщению стебля.

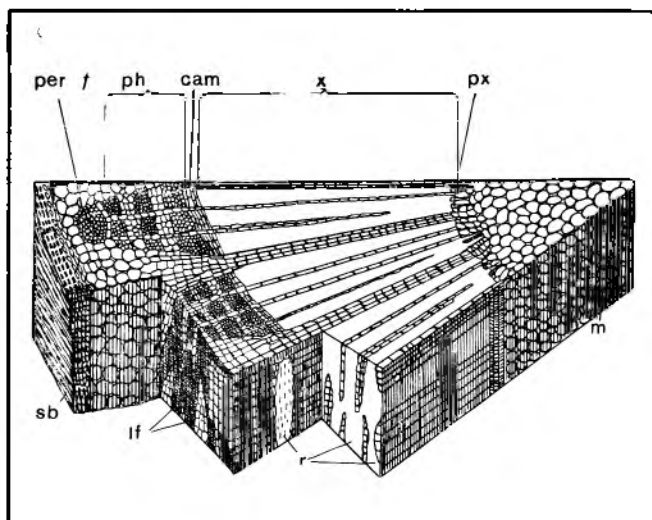
Сосуды и трахены в древесине образуются камбием различные (за редким исключением, например в тропиках). Весной образуются крупные сосуды, а летом и особенно к осени — мелкие толстостенные сосуды или древесинные волокна (либриформ). Осенью деятельность камбия прекращается до следующей весны, когда станут откладываться снова крупные сосуды. Таким образом, на поперечном разрезе деревянистого стебля резко отличается светлое кольцо весенних сосудов и темное кольцо летней древесины и потому легко различать слои древесины, отложенные в каждом отдельном году; их называют годичными слоями или кольцами (см. рис. 93, рис. 94, 95).

Рассматривая годичные слои ствола многолетнего дерева, можно многое узнать о прошедшей его жизни. Прежде всего, подсчитав число годичных слоев, можно определить возраст дерева либо той или иной его ветви. В засушливые годы сосудов образуется меньше и они меньшего размера, чем в годы хорошего увлажнения, поэтому годичные слои более тонкие и можно узнать, в каком году растение постигла засуха или были благоприятные условия увлажнения. Можно установить, в каком году дерево было повреждено лесным пожаром или подверглось нападению вредителей.

Сердцевинные лучи, как уже отмечалось, состоят из живых паренхимных клеток. По ним проходят растворы питательных веществ в радиальном направлении. Сердцевинные лучи, входившие еще в состав элементов первичного строения стебля, называются первичными сердцевинными лучами. Они идут от сердцевины стебля. У липы сердцевинные лучи на всем своем протяжении узкие, а в лубе расширяются (см. рис. 93). Это происходит потому, что в первом году жизни сердцевинные лучи образуются широкие, а потом, из года в год, кам-

91. Схема строения одногодичного деревянистого стебля.

Сверху виден поперечный разрез, справа — продольно-радиальный, слева — продольно-тангенциальный. per. f — первичный луб; ph — вторичный луб; cam — камбий; x — вторичная древесина; px — первичная древесина; m — сердцевина; r — радиальные лучи; И — пучки лубяных волокон; sb — пробка.



бий откладывает все более и более узкие лучи в лубе. В многолетнем стволе дерева не все лучи идут от сердцевины, — есть лучи более короткие, образовавшиеся при вторичном утолщении из камбия и идущие от какого-нибудь слоя древесины; такие лучи называются вторичными радиальными лучами (см. рис. 93).

Строение древесины лиственных (двудольные) и хвойных (голосеменные) пород различается. У хвойных древесных пород основная масса древесины, выполняющая проводящую и механическую функции, состоит из трахенд с окаймленными порами; либриформ отсутствует (см. рис. 94), а у лиственных пород в основном из сосудов. У хвойных деревьев в древесине, а еще чаще в коре имеются многочисленные смоляные ходы.

Центральная часть многолетнего ствола дерева у большинства видов перестает проводить воду, сосуды закупориваются тиллами, пропитываются смолами, дубильными веществами, пигментами и др., живые клетки ее отмирают и вся эта центральная часть ствола — древесина и сердцевина — становится темной, плотной, твердой и стойкой против гниения. Называется она ядровой древесиной, или ядром древесины. Некоторые тропические деревья образуют окрашенное ядро, используемое для столярных работ как красное, черное или розовое дерево. У ольхи ядровая древесина оранжевого цвета, у барбариса — желтого, у грецкого ореха — бурого, у тисса — темно-красного. В таких деревьях, в стволах которых образовалось непроводящее воду ядро, воду проводят молодые светлые, живые клетчатые слои древесины, называемые заболонью (см. рис. 95). У дуба ядро образуется в 15—20-летнем возрасте. У многовековых сосен число годичных слоев в заболони равняется всего 30—60, а у ивы — 8—10.

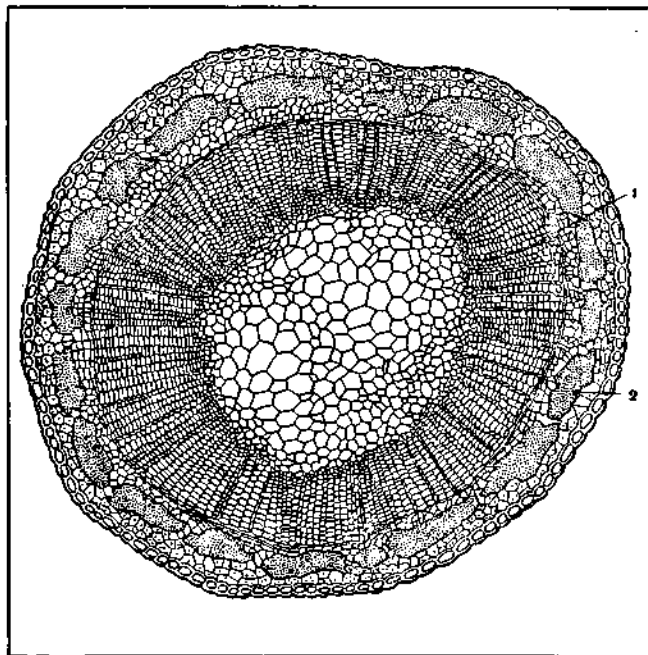
Ядро и заболонь древесины

Кора

По мере образования вторичных древесины и луба и утолщения стебля меняется и его первичная кора. Начинаются эти изменения с того, что в паренхиме первичной коры, реже из клеток эпидермы, закладывается пробковый камбий и образует пробку (см. перидерму: стр. 81). Эпидерма отмирает и сбрасывается, наружу выступают слои пробки, являющиеся вторичной покровной тканью. По мере роста стебля в толщи-

92. Поперечный разрез стебля льна.

1 — древесина;
2 — луб (толстостенные
прядильные волокна).



ну на пятом году жизни или позже (у разных видов деревьев в различные сроки), под слоями пробки в коре закладываются новые слои пробкового камбия и пробки, а наружные слои трескаются и вместе со старым пробковым камбием, феллодермой и основной тканью сбрасываются. Они носят название корки.

Корка, если она уже образовалась, пробковые слои (перидерма), остатки первичной коры (паренхима), если они еще есть, и весь луб (вплоть до камбиального слоя) в фармакогнозии и в быту называют корой. Лубяная часть коры называется вторичной корой (см. рис. 93 и рис. 91). Она состоит из слоев толстостенных лубяных волокон, ситовидных трубок с клетками-спутницами и лубяной паренхимы.

Во вторичной коре обычно откладываются лекарственные вещества. Например, алкалоид хинин в коре хинного дерева, дубильные вещества в коре дуба. В клетках коры липы, дуба и других пород часто встречаются друзы (см. рис. 92).

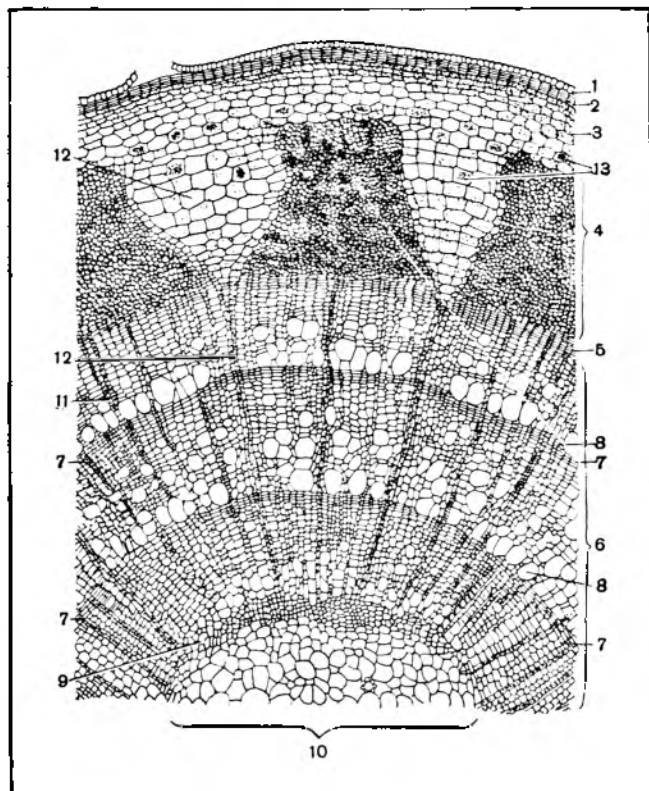
Корневища, часто имеющиеся у однодольных и двудольных растений, служат главным образомместилищами запасных питательных веществ. Анатомическое строение корневищ характеризуется очень развитой коровой частью, в тонкостенных паренхиматических клетках которой откладываются питательные вещества.

Стела

Ткани, составляющие центральный стержень растения, называются стелой. В состав стелы входит центральный осевой цилиндр стебля, начиная с эндодермы. Такой сложный тип стелы образовался в процессе длительной эволюции. Сначала стела была представлена протостелой, т. е. цилиндром, составленным вытянутыми водопроводящими клетками типа тра-

93. Часть поперечного разреза трехлетнего стебля липы.

- 1 — эпидерма;
- 2 — перидерма;
- 3 — первичная кора;
- 4 — луб;
- 5 — камбий;
- 6 — три годовых слоя древесины;
- 7 — граница между годовичными слоями;
- 8 — крупные сосуды;
- 9 — первичная древесина;
- 10 — сердцевина;
- 11 — вторичные сердцевинные лучи;
- 12 — первичный сердцевинный луч;
- 13 — друзы.



хеид (ксилема), обложенным с периферии слоем клеток (флоэма). Такую протостелу можно наблюдать у ископаемых первичных поселенцев суши — некоторых псилофитов, позже, в процессе эволюции, образовалась сифоностела, состоящая из цилиндра паренхиматических клеток (сердцевина), обложенного с периферии одним (ксилема) и другим (флоэма) слоями клеток.

Наконец, в процессе эволюции образовалась диктиостела, отличающаяся от сифоностелы прорывами в стеле, через которые листовые следы связываются с сердцевинной. Появившиеся отдельные участки диктиостелы образовали проводящие пучки концентрического типа. Такую диктиостелу можно наблюдать у многих папоротников. Самым последним в процессе эволюции типом стелы является эустела у голосеменных и двудольных растений, образуемая системой коллатеральных пучков.

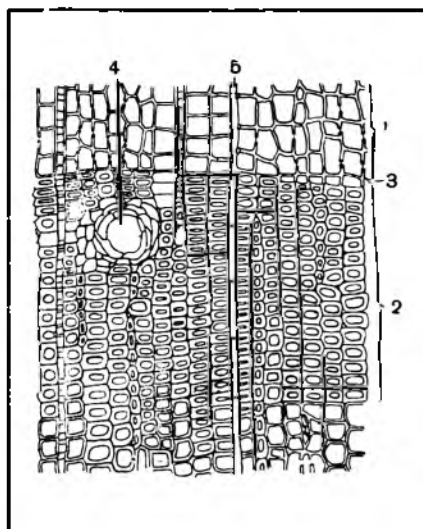
Физиология стебля

Одной из главных функций стебля, как уже говорилось, является проведение воды с растворенными в ней питательными веществами.

Восходящий ток

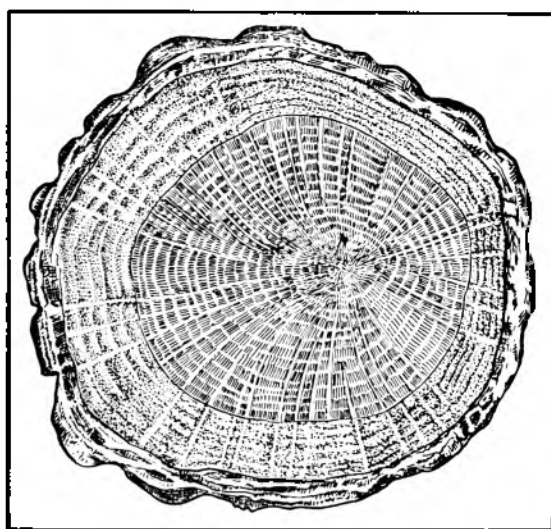
Восходящий ток воды и растворенных минеральных солей часто поднимается на большую высоту, измеряемую десятками метров. Какие же силы обуславливают поднятие воды в растениях? Прежде всего сосущая сила клеток эпилеммы и клеток первичной коры корня, обуславливаемая осмотически-

94. Поперечный разрез древесины сосны.



- 1 — весенние трахеиды;
2 — летние трахеиды;
3 — граница годичного слоя;
4 — смоляной ход;
5 — сердцевинный луч.

95. Поперечный разрез ствола дуба.



Увеличение в 220 раз. В центре его видно темное ядро древесины и окружающая его светлая древесина — заболонь. Хорошо видны сердцевинные лучи (уменьшено).

ми их свойствами. Так, вследствие разности осмотических давлений вода передвигается из корневых волосков, через клетки коры корня, через пропускные клетки эндодермы, к сосудам центрального цилиндра корня.

Далее действует сила корневого давления, или нижний концевой двигатель, поднимающая воду вверх по сосудам и достигающая нескольких атмосфер. Сила корневого давления обуславливается, по-видимому, разностью осмотических давлений внутри живых клеток, примыкающих к сосудам, заставляющая эти клетки с силой вдавливать воду внутрь сосудов.

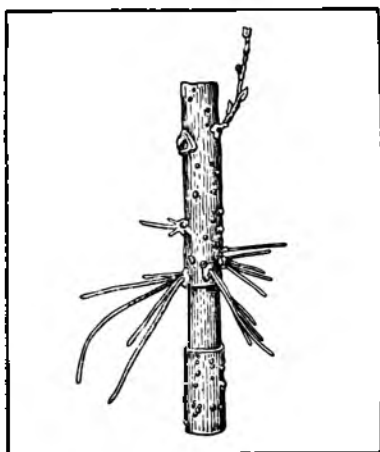
Наконец, поднятию воды на большую высоту еще способствует присасывающая сила кроны (листьев), или верхний концевой двигатель. Вследствие испарения воды листом его клетки развивают сосущую силу, достигающую нескольких атмосфер.

Высокий столб воды, помещающийся в сосудах, представляющих тонкие капилляры, поддерживаемый сверху присасыванием кроны и действующим снизу корневым давлением, не разрывается, а движется вверх потому, что между молекулами воды существует сильное молекулярное сцепление.

Нисходящий ток

Нисходящий ток, несущий растворенные органические вещества, как уже указывалось, направляется не только сверху вниз, но и во все стороны (к почкам, плодам) и даже (рано весной) снизу вверх. Органические вещества находятся в растворенном состоянии, т. е. представлены аминокислотами, глицерином, жирными кислотами, сахарами и другими веществами, из которых синтезируются нерастворимые белки, жиры, крахмал, клетчатка и др. Движение этих веществ осуществляется к тем органам и тканям, где они потребляются или переходят в нерастворимые формы.

96. Черенок ивы с кольцеобразной вырезкой, над которой образуются придаточные корни.



В том, что нисходящий ток проходит по ситовидным трубкам, а восходящий — по сосудам и трахеидам, легко убедиться, вырезав на стебле кору кольцом до самой древесины. Восходящий ток в таком стебле не будет прерван и расположенные выше на стебле листья не увянут; следовательно, восходящий ток действительно идет по древесине.

Если так же снять кольцо коры на стеблевом черенке, например ивы, и держать нижний конец черенка в воде, то через некоторое время над кольцеобразным вырезом начнут образовываться придаточные корни (рис. 96). Ниже кольцеобразной вырезки корни не образуются потому, что туда не доходят по прерванным ситовидным трубкам питательные вещества. Следовательно, нисходящий ток действительно проходит по лубу.

Стебель проявляет отрицательный геотропизм, т. е. он всегда растет против направления силы тяжести или, от центра земли, центробежно. Стебель растет в направлении к источнику света, т. е. проявляет положительный фототропизм. Достаточно понаблюдать за ростом побегов прорастающего клубня картофеля в темном подвале, — они всегда тянутся к светловому окну подвала.

Отрезок стебля, т. е. стеблевой черенок, физиологически различен на своих концах, т. е. по своей длине, и это свойство стебля называется полярностью. Так, если стеблевой черенок положить горизонтально на сырой песок и условия среды будут благоприятствовать его росту и развитию, то на одном конце («верхнем») черенка начнут развиваться почки, а на другом («нижнем») — придаточные корни.

Стебли и их видоизменения широко используются в хозяйственной деятельности человека и, в частности, в медицине. Стебель идет в пищу человека и сельскохозяйственным животным (клубни картофеля и земляной груши, луковицы лука и чеснока, сено и силос и т. п.). Стебель дает строительный материал, топливо, бумагу, волокно, из которого ткут материи. Стебель дает пробку, гуттаперчу, каучук и другие материалы. Химическая промышленность использует древесину стебля как сырье для получения винного (этилового) спирта, древесного (метилового) спирта, глюкозы, скипидара, фурфуро-

97. Прилистники (П).

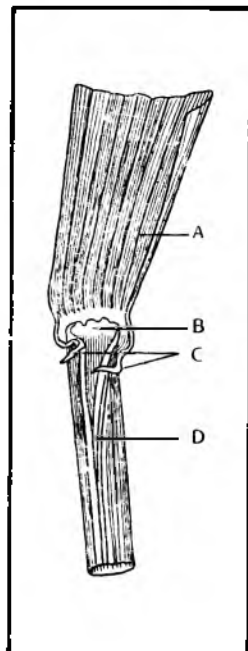
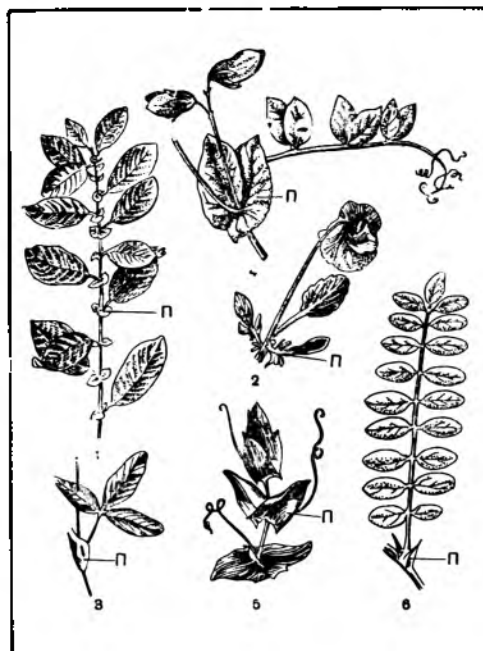
98. Листовое влагалище у листа злака.

К рис. 97

- 1 — у явы;
2 — аюктыных глазоко;
3 — клевера;
4 — гороха;
5 — чины;
6 — белой акаци,
у которой видоизменились в колючки.

К рис. 98

- A — листовая пластинка;
B — язычок;
C — ушки;
D — листовое влагалище.
Увеличение в 2 раза.



ла, искусственного волокна и др. Стебли богаты лекарственными веществами. В стеблях содержатся алкалоиды, гликозиды, дубильные вещества и многие другие лекарственные средства. Во миестиищах выделений в стеблях мяты, базилика, эвкалипта, лаванды и других растений, в корневиящах валерианы содержатся эфирные масла.

Лист

Морфология листа

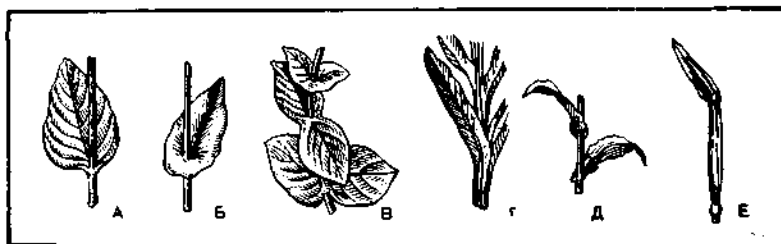
Листом называется вегетативный орган растения, расположенный на стебле, обычно зеленого цвета. Лист — орган фотосинтеза, испарения воды (транспирации) и газообмена.

По сторонам конуса нарастания стебля образуются зачатки будущих листьев (см. рис. 37). По мере развития побега развиваются и листья его. Сначала развивается верхушка пластинки листа, потом — основание пластинки и, наконец, черешок листа. У папоротников лист растет своей верхушкой.

Вполне развившийся лист состоит из пластинки и черешка. Пластинкой листа называется плоская расширенная часть его. Черешком называется узкая стеблеобразная часть, посредством которой обычно лист соединяется со стеблем. Лист, имеющий одну пластинку, например у сирени, называется простым листом.

У некоторых видов растений, например у гороха, шиповника, розы, на стебле у основания черешка, т. е. у того его конца, которым он прикрепляется к стеблю, образуются парные листочки, называемые прилистниками (рис. 97).

99. Сидячие листья у ястребинки (А), володушки округлолистной (Б), каприфоля (В), василька (Г), ярутки (Д), злака (Е).



У некоторых видов растений, например у пшеницы, ржи, осоки, моркови, черешок является очень расширенным и часто охватывающим стебель растения. Такой охватывающий стебель черешок называется листовым влагалищем (рис. 98).

Есть виды растений, например пшеница, рожь, василек, ярутка, листья которых не имеют черешков. Такие листья называются сидячими (рис. 99). Листья, имеющие черешки, называются черешковыми.

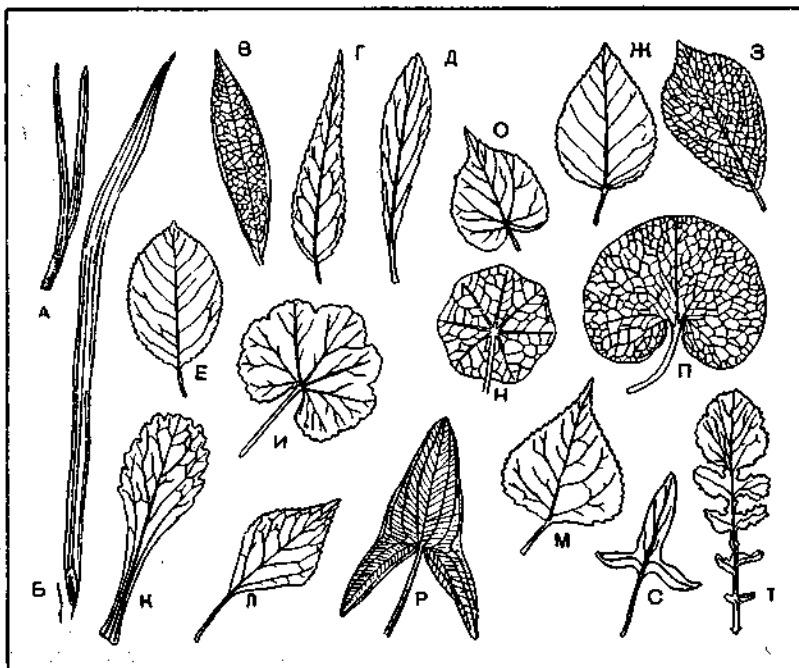
Формы листа

Форма листовой пластинки у разных видов растений сильно варьирует (рис. 100). У сосны, ели и других хвойных растений пластинка листа имеет форму иглы; это игольчатые листья (хвоя). У пшеницы, ржи и других злаков и у осоки пластинка листа очень вытянута, ее длина более чем в 10 раз превышает ширину, образует линейные листья. У ивы длина пластинки листа больше ширины в 3—4 раза: если наибольшую ширину пластинка листа имеет в середине, — это продолговатый лист, если наибольшую ширину пластинка листа имеет у основания — ланцетный лист, если наибольшую ширину пластинка листа имеет у конца — обратноланцетный лист. У черемухи, крушины ломкой длина пластинки листа больше ширины в $1\frac{1}{2}$ —2 раза; это эллиптический лист. У будры, осины длина пластинки листа почти равна ширине, — это округлый лист. У белладонны, бука, сирени форма пластинки листа подобна продольному сечению куриного яйца, причем наибольшая ширина у основания пластинки, — яйцевидный лист, у ивы ушастой (наибольшая ширина у конца пластинки) — обратнояйцевидный. У живучки пластинка подобна лопатке, — лопатовидный лист. У осоколя пластинка листа имеет форму ромба — ромбический лист. У березы пластинка листа яйцевидна, но нижняя ее часть очень расширена, — широкояйцевидный лист. У настурции пластинка листа округлой формы, а черешок листа прикрепляется к центру пластинки; это щитовидный округлый лист. У липы пластинка листа имеет в своем основании выемку, — сердцевидный лист. У копытня пластинка листа напоминает почку человека, — почковидный лист. У стрелолиста пластинка листа сходна с наконечником стрелы, — стреловидный лист. У щавеля пластинка листа похожа на наконечник копья, — копьевидный лист. У чистотела непарноперистый лист имеет крупную, значительно превосходящую боковые, верхушечную долю, — лировидный лист.

По величине листья очень варьируют. Самые мелкие листья имеют в длину и ширину всего лишь несколько миллиметров. Самые крупные листья имеют пальмы. Например, лист бра-

100. Форма листовой пластинки.

А — игольчатая (сосна);
 Б — линейная (пшеница);
 В — продолговатая (ива);
 Г — ланцетная (ива);
 Д — обратноланцетная (ива);
 Е — эллиптическая (черемуха);
 Ж — яйцевидная (бук);
 З — обратнояйцевидная (ива ушастая);
 И — округлая (будра);
 К — лопатовидная (живучка);
 Л — ромбическая (осонок);
 М — широкояйцевидная (береза);
 Н — округлая щитовидная (настурция);
 О — сердцевидная (липа);
 П — почковидная (копытень);
 Р — стреловидная (стрелолист);
 С — копьевидная (щавель);
 Т — лировидная (чистотел).



зильской пальмы рафия достигает 22 м в длину и 12 м в ширину. Крупные листья имеют банан (рис. 101), айланта, борщевик, подбел и др.

В мякоти листа проходят многочисленные проводящие пучки, называемые жилками листа. В них присутствуют склеренхимные волокна, поэтому жилки тверды и служат опорой для мякоти листа. Часто систему жилок листа называют его нервной.

Жилкование

По способу разветвления жилок различают следующие типы жилкования листа (рис. 102): дихотомическое, когда жилка у основания листа разветвляется на две, которые в свою очередь также ветвятся, и т. д., например, у гинкго, у некоторых папоротников; параллельное, когда жилки проходят вдоль длинной пластинки листа, параллельно друг другу, например у пшеницы и других злаков; дугообразное, когда жилки, дугообразно изгибаясь, проходят вдоль пластинки листа, почти параллельно краю, например у ландыша; пальчатое, когда несколько одинаковых жилок исходит из черешка у основания пластинки листа и проходит вдоль лопастей листа, разветвляясь, например у клена; перистое, когда посередине пластинки листа проходит главная жилка и от нее в стороны идут ответвления, в свою очередь ветвящиеся и часто образующие целую сеть тончайших жилок, например у шалфея. Пальчатое и перистое жилкование листа еще называется сетчатым.

Для однодольных растений характерны параллельное и дугообразное жилкование, а для двудольных — пальчатое и перистое.

**Край пластинки
листа**

Край пластинки листа (рис. 103) может быть совершенно гладким, не имеющим никаких зубчиков, — это цельнокрайние листья. У зубчатых листьев край пластинки состоит из прямых зубцов, имеющих одинаковые стороны.

101. Листья банана.



У пальчатых листьев край пластинки состоит из косых, наклоненных в одну сторону зубцов, имеющих разной длины стороны. У городчатых листьев зубцы края пластинки закруглены. У выемчатых листьев углубления между зубцами закруглены. У волнисто-крайних листьев сама пластинка листа у края является волнистой (например, у сирени) и не имеющей ясных выступов. У двоякопильчатых листьев края крупных зубцов в свою очередь пальчатые, т. е. имеющие мелкие зубцы.

**Расчленение
листовой
пластинки**

Часто пластинка листа бывает не цельная, а расчлененная на части (рис. 104). У дуба листовая пластинка имеет выемки неглубокие, равные приблизительно $\frac{1}{4}$ ширины пластинки, — лопастный лист. У клеверины листовая пластинка имеет выемки глубокие, но не достигающие до главной жилки листа, — раздельный лист. У валерианы листовая пластинка имеет выемки, достигающие до главной жилки листа, — расчлененный лист. Части расчлененной пластинки могут иметь перистое или пальчатое расположение и потому по расчлененности пластинки различают следующие листья: перистолопастный (например, у дуба), пальчато-лопастный (например, у клена), перистораздельный (например, у одуванчика), пальчатораздельный (например, у клеверины), перисторасчлененный (например, у валерианы) и пальчаторасчлененный (например, у едкого лютика).

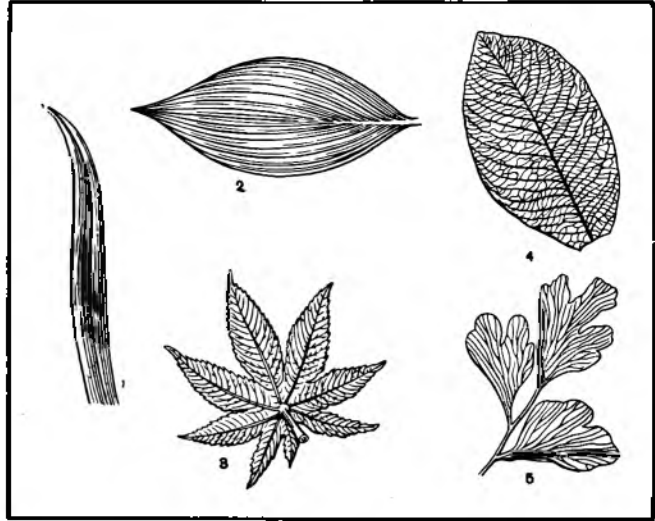
Сложные листья

Часто встречаются листья, составленные отдельными самостоятельными листочками. Это сложные листья (рис. 105).

Они могут быть перистосложными и в свою очередь подразделяются на парноперистосложные (например, у гороха) и непарноперистосложные (например, у шиповника). В первом случае сложный лист заканчивается усиком (у других — остроконечием), во втором — листочком. Различают пальчатосложные (люпин) и тройчатосложные (клевер) листья.

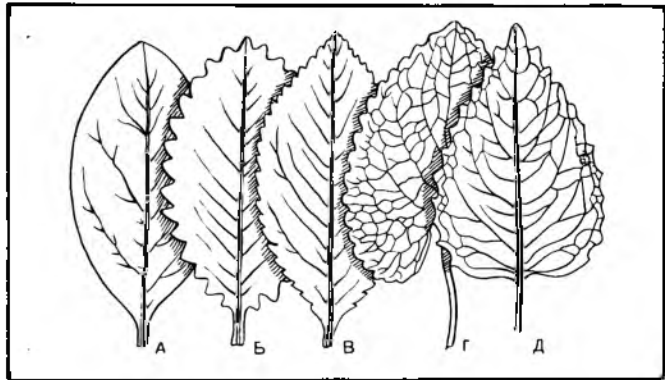
102. Типы жилкования листьев.

- 1 — параллельное;
 2 — дугообразное;
 3 — пальчатое;
 4 — перьятое;
 5 — дихотомическое.



103. Листья с различными очертаниями края пластинки.

- А — цельнокрайный;
 Б — зубчатый;
 В — пильчатый;
 Г — городчатый;
 Д — выемчатый.

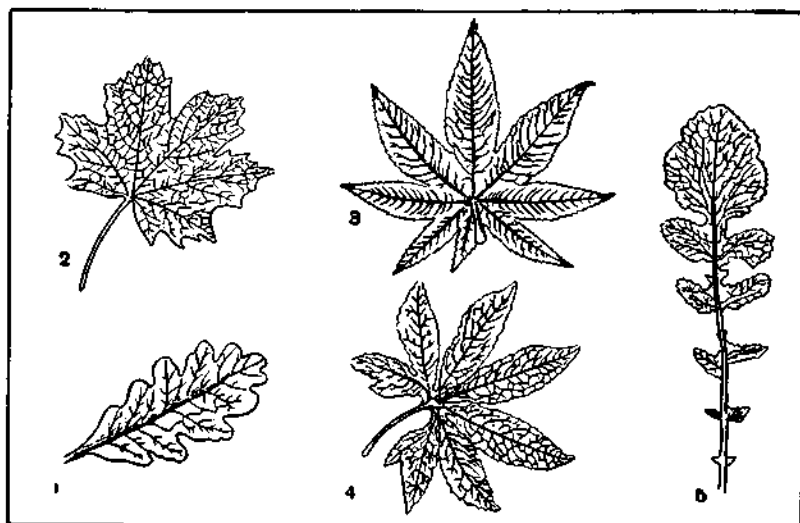


Листо- расположение

Расположение листьев на стебле побега, или листорасположение, бывает различное. У дурмана, белены, липы, сливы и у большинства видов растений к каждому узлу стебля прикрепляется только один лист. Это очередное, или спиральное листорасположение. Спиральным оно называется потому, что все листья на стебле расположены по спиральной линии. Всегда при этом листорасположении можно выделить листья, расположенные друг над другом, по вертикальной прямой линии. Между такими двумя листьями, расположенными на одной прямой, имеется часть спирали с одним или несколькими листьями; эта часть спирали называется листовым циклом. Принято цикл обозначать дробью, в которой числитель — число оборотов спирали между двумя листьями, находящимися на одной прямой линии, а знаменатель — число листьев на этом участке спирали (рис. 106). Так, у липы цикл будет обозначаться дробью $\frac{1}{2}$ потому, что между листьями, расположенными один над другим на прямой линии, спираль делает один оборот и имеет в этом цикле 2 листа; следовательно, по прямой линии над первым листом будет расположен третий, над третьим — пятый, над вторым — четвертый и т. д. Чаще других встречаются циклы, имеющие формулы: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$.

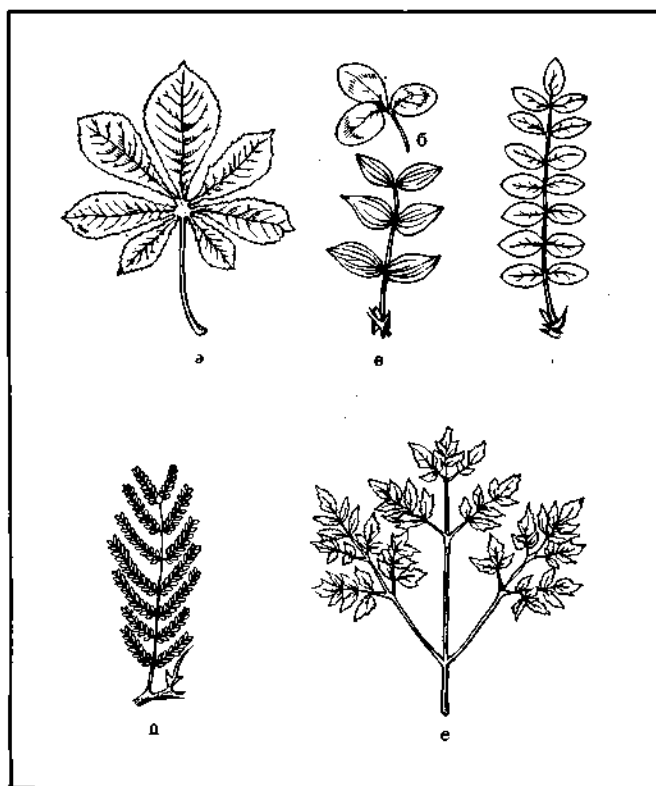
104. Листья с расчлененными пластинками.

- 1 — перистолопастный;
 2 — пальчатолопастный;
 3 — пальчатораздельный;
 4 — пальчаторассеченный;
 5 — перисторассеченный.



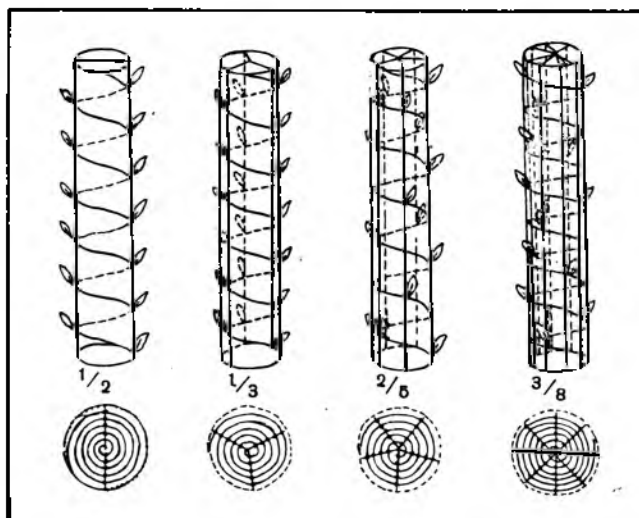
105. Сложные листья.

- а — пальчатосложный (конский каштан);
 б — тройчатый (клевер);
 в — парноперистый (сочевичник весенний);
 г — непарноперистый (белая акация);
 д — двоякопарноперистый (гледичия);
 е — тройкопарноперистый (василистник).

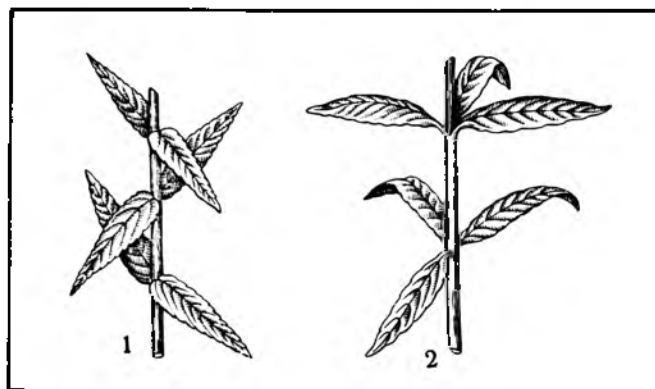


У некоторых видов растений, например у мяты, шалфея, крапивы, к каждому узлу стебля прикрепляется по два листа, один против другого. Это супротивное листорасположение (рис. 107). Если к каждому узлу прикрепляется по три или более листьев, как у можжевельника обыкновенного, подмаренника, то такое листорасположение называется мутовчатым.

106. Схемы спиральных листорасположений.



107. Супротивное (1) и мутовчатое (2) листорасположение.



Форма листьев в значительной степени зависит от тех условий окружающей среды, в которых они развиваются. Например, у водяного лютика листья, развившиеся под водой, являются многократно рассеченными, а листья, развивающиеся на поверхности воды, плавающие, имеют широкую пластинку (рис. 108). Такое разнообразие формы листьев на одном и том же растении называется гетерофилией.

На одном и том же растении листья обычно бывают различными в зависимости от высоты их заложения на растении. У полыни обыкновенной, например, прикорневые листья тройкоперистораздельные и имеют длинные черешки, нижние стеблевые листья двоякоперистораздельные и сидячие, средние стеблевые листья перистораздельные и сидячие, верхние стеблевые листья цельные, ланцетные сидячие.

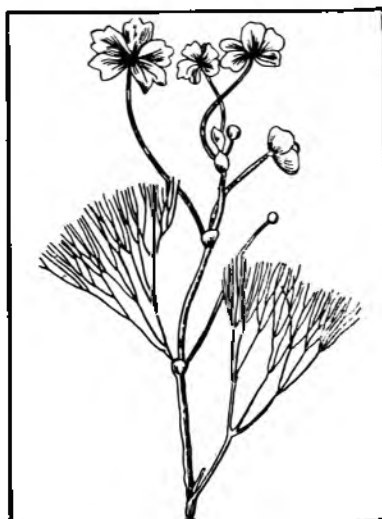
У некоторых видов растений листья в процессе эволюции резко видоизменились, образовали разнообразные метаморфозы. У барбариса листья видоизменились в колючки, причем на одной ветке барбариса можно наблюдать формы перехода листа в колючку. У сложного листа белой акации в колючки видоизменились прилистники (рис. 109). У гороха, вики листья видоизменились в усики, которыми растение при-

Метаморфозы листа

108. Ветвь водяного лютика. Ге- 109. Колючки.
терофилия.

К рис. 109

А — прилистники ака-
ции, видоизменившиеся
в колючки;
Б — колючки на ветке
барбариса.



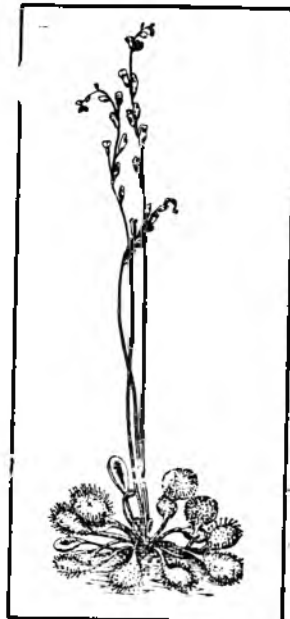
110. Цветок колокольчика.

К рис. 110

1 — кроющий лист;
2 — прицветники;
3 — цветоножка.



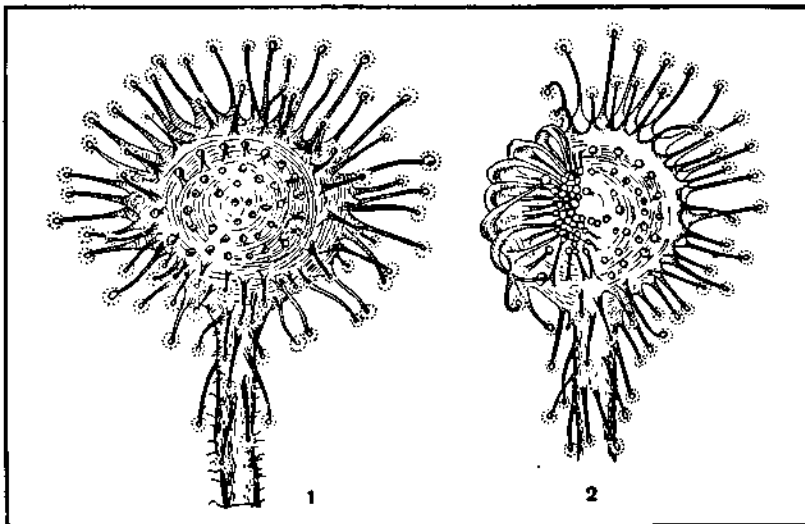
111. Росзянка.



крепляется к какой-нибудь опоре (см. рис. 284). У некоторых видов акации черешки листа превратились в филлодии — расширенные образования, похожие на пластинку листа и выполняющие ее функции. У лука мясистые чешуи луковицы являются листьями, метаморфизированными в хранилища запасных питательных веществ, а пленчатые сухие верхние чешуи луковицы — листья, превратившиеся в покровы. У колокольчика листья видоизменились в прицветники — листочки упрощенного строения, из пазухи которых растут цветки (рис. 110). У цветковых растений листья видоизменились в части цветка, у насекомоядных видов растений — в разнообразные ловушки (рис. 111, 112, 113).

112. Листья росянки.

1 — железистые волоски выпрямлены;
2 — волоски слева согнулись, прижимая насекомое к листу. Увеличено.



Листья насекомоядного растения росянки (см. рис. 111), собранные в прикорневую розетку, имеют длинные черешки и небольшие, до 1 см в диаметре, округлые пластинки. Пластинки листа усеяны железистыми волосками с булавовидными окончаниями, которыми выделяется слизистое клейкое вещество (см. рис. 112). Насекомые, севшие на лист, прилипают к окончаниям железистых волосков. Соседние волоски наклоняются к насекомому и прижимают его к пластинке листа. Железистыми волосками выделяется фермент, расщепляющий белки насекомого до аминокислот, всасываемых в конце концов волосками. После этого волоски снова разжимаются и готовы «ловить» новое насекомое. Росянка живет на торфяных болотах и распространена в северных, средних и юго-западных областях Европейской части СССР и в Сибири.

Части листа насекомоядного растения пузырчатки видоизменились в пузыревидные ловушки (см. рис. 113). Растение живет в стоячих водоемах. В ловушку через ее отверстие попадают личинки комара, мелкие рачки, мальки рыб и другие подобные животные. Выйти из ловушки им препятствует клапан, открывающийся внутрь. Мелкие животные, попавшие в ловушку, перевариваются посредством выделяющихся внутри ловушки расщепляющих белок ферментов.

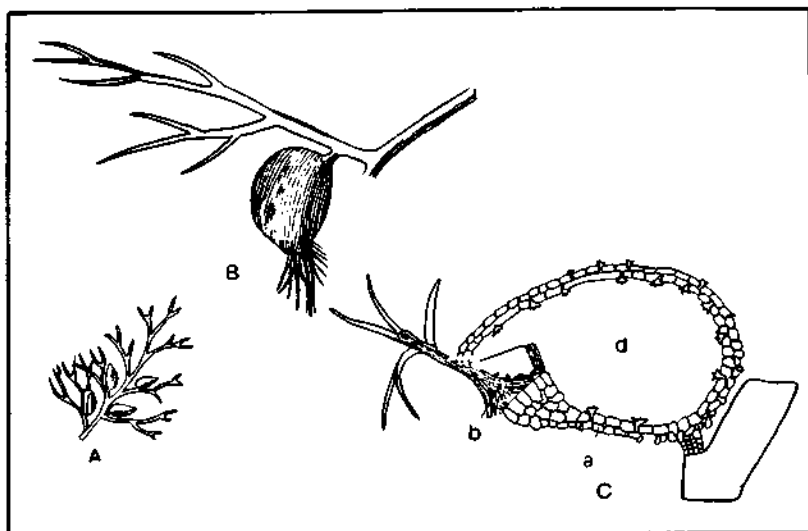
Анатомия листа

Соответственно выполняемым функциям лист состоит из основной ткани, паренхимные клетки которой содержат хлоропласты и ассимилируют углекислоту воздуха. Эта основная ткань в листе называется мякотью листа, или мезофиллом. В мякоти листа проходят сосудисто-волокнистые пучки, составляющие жилки листа. Снаружи лист покрыт слоем эпидермы.

На поперечном разрезе пластинки листа (рис. 114) видно, что верхние слои мякоти листа (один или несколько) состоят из вытянутых, перпендикулярных к поверхности пластинки, клеток; это столбчатая, или палисадная, паренхима.

113. Ловушка пузырчатки.

А — часть листа с четырьмя ловушками;
 В — листочек с ловушкой;
 С — продольный разрез ловушки;
 а — стенка ловушки;
 б — клапан;
 д — полость.
 Увеличение: А — в 2 раза, В — в 6 раз, С — в 20 раз.



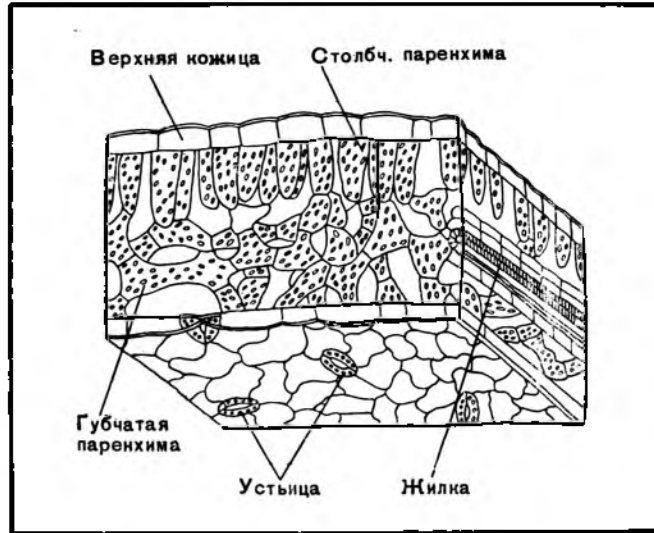
Нижние слои мякоти листа состоят из рыхлой ткани — округлых или неправильной формы паренхимных клеток с многочисленными воздухоносными межклеточными пространствами; это губчатая паренхима. У хвойных растений мякоть листа (хвоя) состоит из складчатой паренхимы — плотной ткани, характеризующейся тем, что оболочки ее клеток имеют складки, направленные внутрь клетки (рис. 115).

У белены в клетках губчатой паренхимы наблюдаются единичные кристаллы щавелевокислого кальция. У дурмана в клетках губчатой паренхимы наблюдаются друзы, а у белладонны — кристаллический песок щавелевокислого кальция. У каучуконосных растений в мякоти листа проходят млечники.

Если столбчатая паренхима прилегает к одной стороне пластинки листа, а губчатая — к другой, то такой лист называется *разносторонним*, или *дорсивентральным* (например, у белладонны, хлопчатника, бука — см. рис. 31, 65, 114). Если столбчатая паренхима прилегает к одной и другой стороне пластинки листа, а губчатая залегает в середине, то такой лист называется *равносторонним*, или *изолатеральным* (например, у гвоздики, ириса, акации). У некоторых видов растений палисадная паренхима бывает *нерезко выражена*, например у пшеницы, у некоторых листьев хлопчатника (рис. 116). У хвои сосны и других хвойных растений лист (хвоя) называется *радиальным*. Он характеризуется складчатой паренхимой и механической тканью — *гиподермой* — по периферии; снаружи находится эпидерма (см. рис. 115).

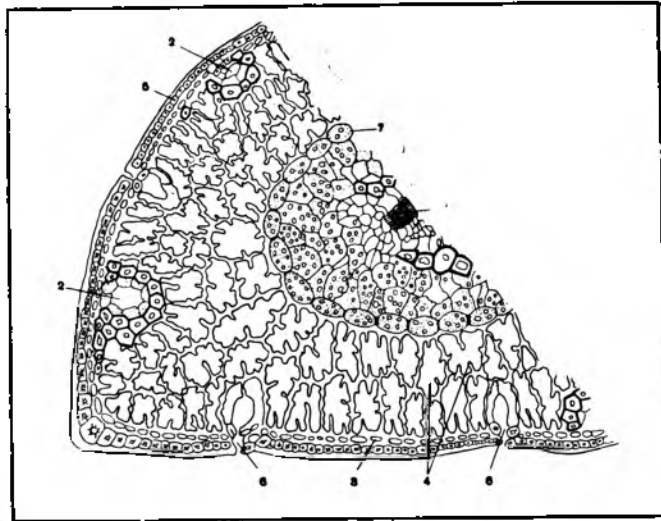
Сосудисто-волокнистые пучки, собранные в жилках листа, обычно бывают закрытого типа. По ним из листа проходят органические вещества, выработанные в процессе фотосинтеза; по ним же проходят в лист водные растворы солей. Проводящие пучки обычно сопровождаются механической тканью, склеренхимой, которая в листьях пальм, агав, драцен развита настолько сильно, что из листьев добывают ценное волокно.

114. Схема строения листа.



115. Часть поперечного разреза хвои сосны.

- 1 — сосудисто-волокнистый пучок;
2 — смоляной ход;
3 — гиподерма;
4 — складчатая паренхима;
5 — эпидерма;
6 — устьице;
7 — эндодерма.
Увеличение в 150 раз.



Эпидерма, покрывающая снаружи лист, обычно имеет на себе слой кутикулы. Устьица наблюдаются преимущественно в эпидерме нижней стороны пластинки листа.

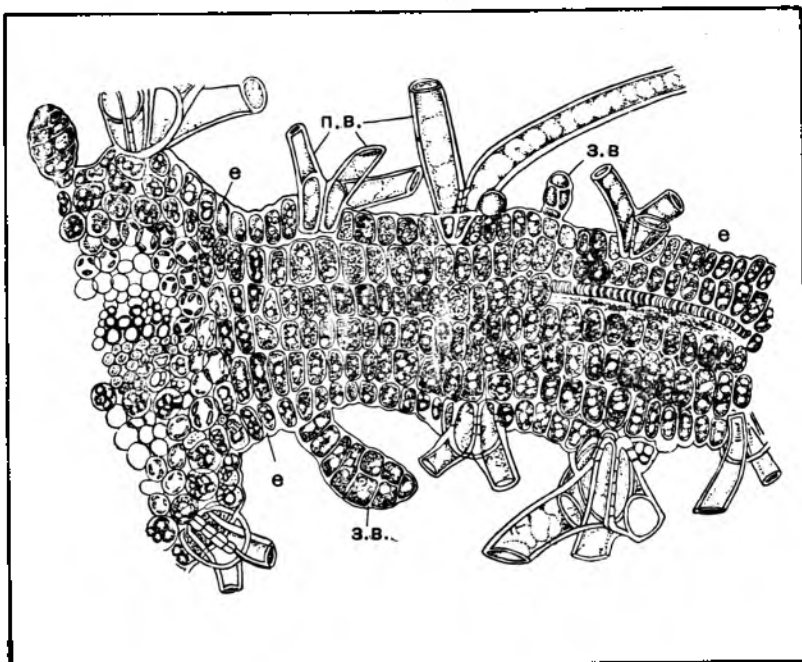
Анатомическое строение листа в сильной степени зависит от внешних условий, при которых происходило его развитие. Так, количество слоев столбчатой паренхимы в пластинке листа меняется в зависимости от степени его освещения и других условий.

Световые и теневые листья

Различаются световые и теневые листья. Световые листья имеются у растений, произрастающих на открытых солнечных местах, например у сосны, дуба, рябины, грецкого ореха и др. Световые листья обычно имеют 2—3 слоя палисадной паренхимы, большое число устьиц, мелкие клетки. Теневые листья наблюдаются у растений, произрастающих в несколько затененных местах, — у бука, липы, бересклета, хинного дерева, и др. Теневые листья характеризуются 1—2 слоями

116. Поперечный разрез листа хлопчатника.

П. В. — простые волоски
(верхушки волосков от-
резаны);
З. В. — железистые во-
лоски;
е — клетки эпидермы.
Увеличение в 270 раз.



или отсутствием палисадной паренхимы, более крупными хлоропластами и большим количеством хлорофилла.

На одном и том же растении листья, хорошо освещенные, отличаются от листьев затененных. Так, световые листья бука сильно развивают палисадную паренхиму, состоящую из двух слоев крупных вытянутых клеток, имеют крупные сосудисто-волокнистые пучки (см. рис. 65). Теневые же листья бука слабо развивают палисадную паренхиму, состоящую всего из одного слоя мелких клеток, и имеют мелкие сосудисто-волокнистые пучки.

В условиях недостатка влаги у листьев вырабатывается способность образовывать на эпидерме толстый слой кутикулы (см. рис. 19), да и сама эпидерма бывает многослойной. Так, у олеандра толщина слоя кутикулы превосходит толщину клеток эпидермы, а сама эпидерма является трехслойной. В мякоти листьев алоэ, агавы и других суккулентов имеются очень крупные водоносные клетки. В засушливых условиях степи или полупустыни листья некоторых растений (ковыля, овсяницы и др.) сворачиваются в трубку, их устьица оказываются на внутренней поверхности трубки хорошо защищенными от ветра и экономят воду (рис. 117).

Физиология листа

Главными функциями листа, как уже говорилось, являются фотосинтез, транспирация и газообмен.

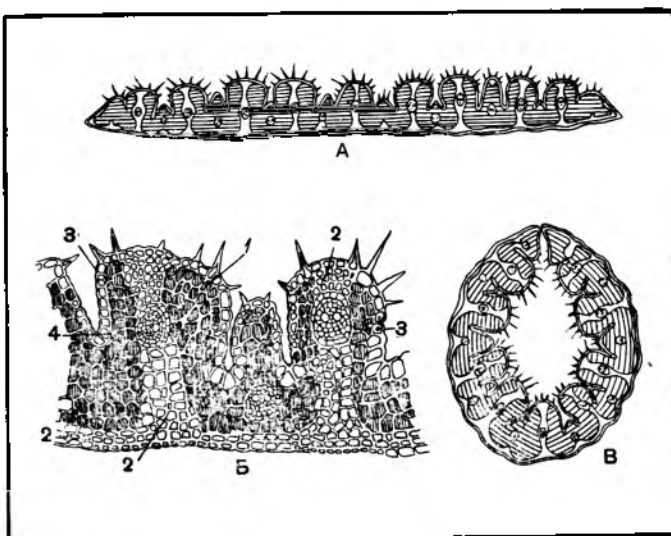
Фотосинтез

Сущность процесса фотосинтеза была изложена выше (см. введение). Для фотосинтеза необходим пигмент хлорофилл.

Хлорофилл, как установил еще К. А. Тимирязев, является сенситизатором, т. е. переносчиком энергии света на молекулы веществ, участвующих в синтезе. Кроме того, он сам

117. Лист ковыля в поперечном разрезе.

А — развернутый лист;
 Б — часть листа;
 В — свернутый лист;
 1 — хлорофилловосная
 паренхима;
 2 — механическая
 ткань;
 3 — устьица;
 4 — сосудисто-воло-
 книстый пучок.



вступает в химические реакции как катализатор. Хлорофилл — сложный эфир дикарбоновой кислоты хлорофиллина и двух спиртов: метилового и фитола. Различают несколько разновидностей хлорофилла. Наиболее распространенной является хлорофилл *a*, синевато-зеленого цвета; его формула: $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ (см. структурную формулу на рис. 7).

Для синтеза хлорофилла в растении необходимы свет и тепло. Хвойные, папоротники, плауны, хвощи, водоросли могут частично синтезировать хлорофилл в темноте. Большинство растений способно синтезировать хлорофилл при слабом освещении. При прямом солнечном освещении хлорофилл синтезируется быстрее, но и разрушается сильным светом; оптимальным освещением для образования хлорофилла в растении является рассеянный дневной свет.

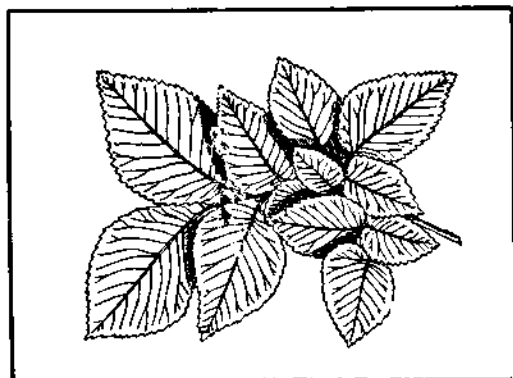
Появляющиеся рано весной листья подснежника имеют желтый цвет потому, что для выработки в них хлорофилла было недостаточно тепла и света; позже, когда потеплеет, они становятся зелеными. Выросшие в темноте побеги картофеля или других растений являются желтовато-белыми потому, что для выработки в них хлорофилла не доставало света; вынесенные на свет бледные побеги приобретают зеленую окраску. Такие выросшие в темноте и потому бледные, лишенные хлорофилла растения называются **этиолированными**.

Магний входит в состав хлорофилла и потому при отсутствии магния в почве хлорофилл в растении не вырабатывается.

Железо также необходимо для образования хлорофилла как катализатор, хотя не входит в состав его молекулы. Отсутствие железа в почве в усваиваемой растением форме приводит к отсутствию или недостатку хлорофилла в растении и такие растения являются бледными. Это явление называется **хлорозом**.

Необходимая для фотосинтеза световая энергия в известных пределах поглощается тем больше, чем меньше затенен лист. Поэтому у растений в процессе эволюции выработалась способность поворачивать пластинку листа к свету так, что-

118. Листовая мозаика у вяза.



бы на нее падало больше солнечных лучей. Листья на растении располагаются так, чтобы не притенять друг друга. Такое расположение их называется листовой мозаикой (рис. 118).

Еще К. А. Тимирязев доказал, что источником энергии для фотосинтеза служат преимущественно красные лучи спектра.

На это указывает спектр поглощения хлорофилла (и желтых пигментов), где наиболее интенсивная полоса поглощения наблюдается в красной и менее интенсивная — в синефиолетовой части.

В хлоропластах вместе с хлорофиллом имеются пигменты каротин и ксантофил. Оба этих пигмента поглощают синие и отчасти зеленые лучи и пропускают красные и желтые. Некоторые ученые приписывают каротину и ксантофилу роль экранов, защищающих хлорофилл от разрушительного действия синих лучей.

Процесс фотосинтеза складывается из целого ряда последовательных реакций, часть которых протекает с поглощением световой энергии, а часть — в темноте. Прежде всего в этой последовательности реакций следует указать на распад воды на водород и кислород под воздействием поглощенного света (фотолиз), при котором энергия света превращается в химическую энергию. Фотолиз воды доказан в СССР А. П. Виноградовым и др., в США — Э. Рубеном, М. Камена и др. Затем следуют темновые реакции, протекающие с участием ферментов, завершающиеся образованием фосfogлицериновой кислоты, формальдегида (CH_2O) и его полимеризации в сахар ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Окончательными устойчивыми продуктами фотосинтеза являются углеводы (сахара, а затем крахмал), органические кислоты, аминокислоты, белки.

Фотосинтез при различных условиях протекает с разной интенсивностью. Наименьшим освещением, при котором еще может происходить фотосинтез, является для светолюбивой березы около $\frac{1}{6}$ и для теневыносливых клена и бука около $\frac{1}{80}$ прямого солнечного освещения. У водоросли спирогиры наблюдался фотосинтез в Ленинграде во время «белых ночей». Оптимальным освещением для фотосинтеза является для светолюбивого растения около $\frac{1}{2}$ и для теневыносливого — около $\frac{1}{10}$ прямого солнечного освещения.

Наименьшей температурой, при которой может протекать фотосинтез, является температура, близкая к 0° ; при температуре ниже 0° фотосинтез прекращается. Зимой вечнозеленые растения могут фотосинтезировать только во время дли-

тельных оттепелей. Оптимальной температурой для фотосинтеза является около 25° . При температуре около 35° интенсивность фотосинтеза начинает снижаться, а при 45° — прекращается.

Интенсивность фотосинтеза также зависит от фазы развития растения. Максимальная интенсивность фотосинтеза наблюдается в фазе цветения.

Обычное среднее содержание углекислоты в воздухе составляет 0,03% по объему. Уменьшение содержания углекислоты в воздухе снижает интенсивность фотосинтеза. Повышение содержания углекислоты до 0,5% увеличивает интенсивность фотосинтеза почти пропорционально. Однако при дальнейшем повышении содержания углекислоты интенсивность фотосинтеза не возрастает, а при 1% растение страдает. Таким образом, появляется возможность удобрять воздух теплиц и оранжерей, соответственно увеличивая в нем содержание углекислоты. Посредством такого удобрения воздуха достигают повышения урожая на 100 и 150%. Советский ботаник А. А. Рихтер предложил способ удобрения углекислотой растений в поле посредством опрыскивания их водой, обогащенной растворенной в ней углекислотой.

Транспирация

Растения испаряют, или транспирируют, очень большое количество воды. Дерево березы средних размеров за сутки испаряет около 200 л воды. Растение подсолнечника за все время своего развития (4—5 месяцев) испаряет около 200 л воды, растение кукурузы — 200 л, гороха — 4 л.

Испарение воды растением является одной из причин восходящего тока. Вследствие испарения воды растением в нем накапливаются минеральные вещества (питание) и происходит полезное для растения понижение температуры во время солнечного нагрева. Иногда транспирация снижает температуру растения на 6° .

Растение регулирует процесс испарения воды посредством работы устьиц. Отложения кутикулы или воскового налета на эпидерме, образование ею волосков и другие приспособления направлены к сокращению нерегулируемой транспирации.

Газообмен

Процесс фотосинтеза и постоянно протекающее дыхание живых клеток листа требуют газообмена между внутренними тканями листа и атмосферой. В процессе фотосинтеза из атмосферы поглощается ассимилируемый углекислый газ и возвращается в атмосферу кислород.

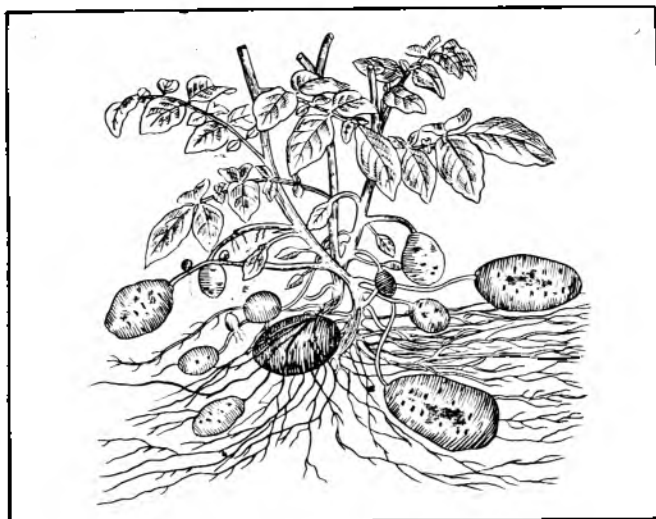
Применение изотопного метода анализа показало, что кислород, возвращаемый в атмосферу (O^{16}), принадлежит воде, а не углекислому газу воздуха, в котором преобладает другой его изотоп (O^{18}). При дыхании живых клеток (окислении свободным кислородом органических веществ внутри клетки до CO_2 и H_2O) необходимо поступление из атмосферы кислорода и возвращение углекислоты. Этот газообмен также в основном осуществляется через устьичный аппарат.

Листопад

Опадание листьев осенью объясняется тем, что снижение процессов жизнедеятельности приостанавливает все функции листа, в основании черешка образуется отделительная ткань. полости сосудов закупориваются тиллами или слизью и лист легко отламывается в месте отделительной ткани. На месте отлома листа остается затянутый пробкой листовой рубец.

В нашем умеренном климате большинство видов растений сбрасывает листья осенью. Следовательно, лист живет с весны по осень. В жарких странах листопад начинается не вследст-

119. Куст картофеля с клубнями.



вие наступления холодного времени, а в результате засухи. Существует много видов растений, листья которых живут по нескольку лет и сбрасываются не все сразу, так что на растении всегда имеются листья. Это вечнозеленые растения. Много вечнозеленых растений в жарких странах (апельсин, лимон, маслина, чай, пальма, лавровишня и др.). Есть вечнозеленые растения и в умеренном климате и даже в тундре (хвойные растения, брусника, вереск, багульник и др.). Хвоя сосны живет 3—5 лет, хвоя пихты — 3—10 лет.

Опадание листьев имеет для растения положительное значение, потому что с опадающими листьями из растения удаляются ненужные ему продукты жизнедеятельности (разные минеральные вещества, обычно в виде кристаллов). Листопад предотвращает высыхание растений в тот период, когда поступление воды из корней затруднено или прекращается совсем (зимой или в засушливый период года). Листья вечнозеленых растений имеют обычно приспособления, способствующие сокращению транспирации. Кроме того, листопад позволяет растению избавиться от паразитических организмов, поселяющихся на листьях.

Метаморфозы побега

Метаморфозам подвержены как отдельные органы (стебель, лист), так и побеги в целом. К таким метаморфозам относятся клубни, корневища, луковицы, колючки, усики, кладодии, цветки и др.

Клубни

Клубни (Tuber), например картофеля, земляной груши, есть метаморфозы подземных побегов. Они очень утолщены, скорее похожи на видоизменения корня, чем стебля. Но на этих клубнях имеются редуцированные листья в виде маленьких, рано опадающих чешуек; в пазухах листьев есть почки (глазки); почки эти имеют очередное, как на стебле, распо-

120. Корневища осоки (А) и купены (Б).

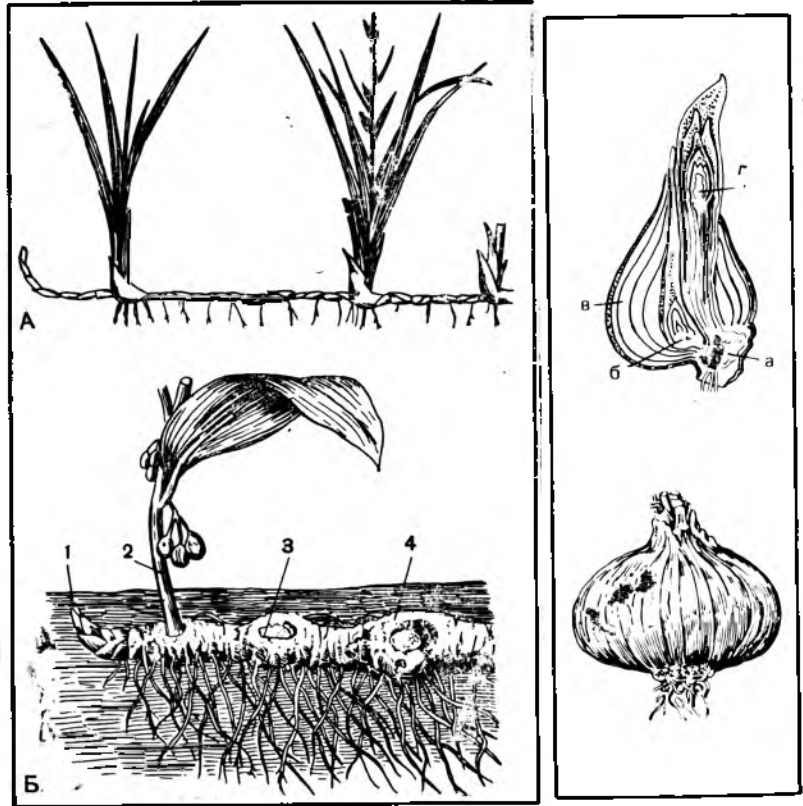
121. Луковицы лука. Вверху — продольный разрез луковицы.

К рис. 120

1 — верхушечная почка;
2 — надземный побег;
3, 4 — следы побегов
прошлых лет.

К рис. 121

а — донце;
б — пазушная луковица;
в — чешуя;
г — верхушечная почка.



ложение; иногда клубни, освещаемые солнцем, зеленеют. Все это доказывает, что клубень является видоизмененным побегом, а не корнем. Снаружи клубень покрыт эпидермой или пробкой. Внутри клубня клетки вторичной коры заполнены запасными питательными веществами: крахмалом у картофеля и инулином у земляной груши. Образуются клубни на концах подземных, подобных корневищу, побегах — столонах, растущих из погруженной в почву нижней части главного стебля (рис. 119).

У редиса видоизменяется подсемядольное колено, накапливая в себе запасные питательные вещества и сильно разрастаясь.

Корневища

Корневища (Rhizoma), например валерианы, горечавки, аира, ириса, осоки, пырея, купены, ландыша, папоротника, хвоща, — есть метаморфозы побегов (рис. 120; см. рис. 61, 177, 326, 339). Они похожи на корни, развиваются под землей, но являются видоизмененными побегами и это доказывается тем, что корневища несут на конце верхушечную почку, не имеют корневого чехлика на конусе нарастания, имеют редуцированные листья в виде мелких чешуек, в пазухах которых развиваются почки, дающие надземные побеги, образуют придаточные корни. Они разделяются на узлы и междоузлия. Анатомическое строение корневищ подобно строению стебля, а не корня.

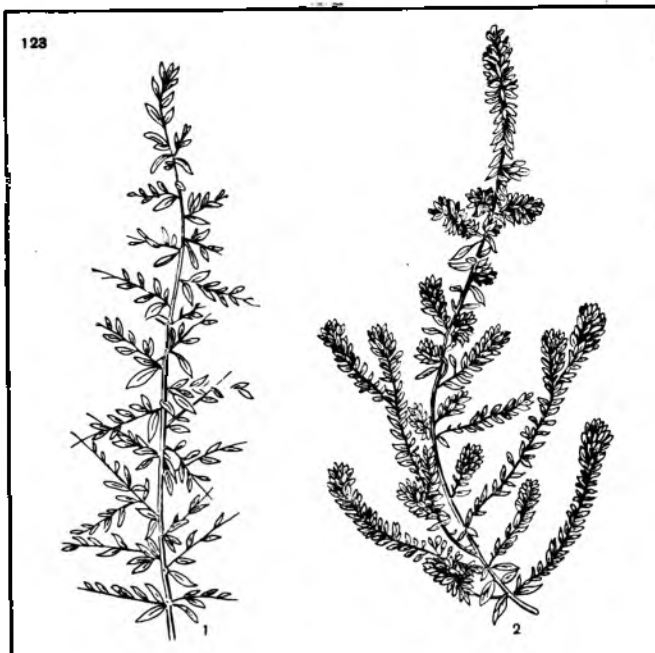
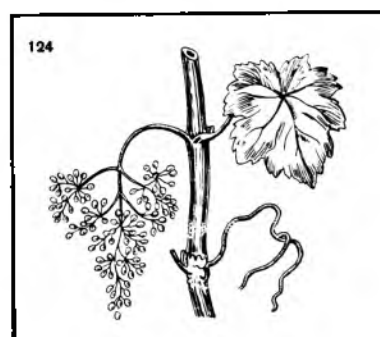
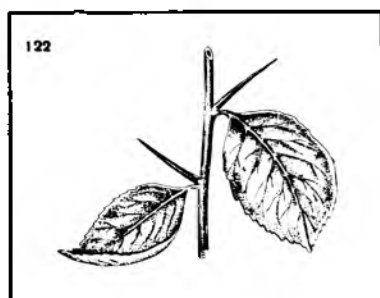
В корневище откладываются различные вещества: сахара (пырей), крахмал, глюкоза (кендырь), дубильные вещества

122. Колючки боярышника.

хой (1) и влажной (2) атмосфере.

123. Побеги дрока, выросшие в су-

124. Успк винограда.



Луковицы

(лапчатка), сапонины (мыльнянка), эфирные масла и летучие кислоты (валериана), красящие вещества (марена), алкалоиды (чемерица) и др.

Луковицы (Bulbus), например лука, морского лука, чеснока, тюльпана, лилии, гиацинта, также являются метаморфозами побегов. Они развиваются под землей, имеют очень укороченный стебель (донце) и большие, тесно прижатые друг к другу мясистые листья — чешуи (рис. 121). В мясистых чешуях откладываются запасные питательные вещества (сахар, слизь и др.), а наружные сухие, пленчатые, бурые чешуи выполняют защитную функцию. Верхушечная почка луковицы развивается в стебель и листья (стрелка), заканчивающийся цветком или соцветием. В пазухах луковичных чешуй могут развиваться молодые пазушные луковички, называемые детками, или зубками.

Некоторые растения (например, ряд видов лилий, лука, мятлика, гречихи) образуют вместо почек так называемые надземные луковички. У лилии луковички образуются на побегах, в пазухах листьев, у лука — в соцветиях на цветоножках. После созревания надземные луковички падают на землю, укореняются и таким образом служат размножению растения.

Клубнелуковицы

Безвременник, шафран и др. образуют клубнелуковицы (см. рис. 323, 327). Снаружи они покрыты сухими пленчатыми чешуйками и больше похожи на луковицы. Внутри клубнелуковицы сильно развита стеблевая часть — донце, в котором отложились запасные питательные вещества для формирования побега следующего года.

Перечисленные подземные метаморфозы побегов представляют собой средства перезимовывания многолетних травянистых растений и одновременно вегетативного размножения.

125. Часть кактуса опунции.
126. Кольраби.

127. Ветка игллицы. Видны цветки, развившиеся на кладодиях.



Колючки

Колючки (*Spina*), например терна, боярышника, дикой груши, гледичии, — видоизмененные побеги, у которых произошло сильное одеревенение заостренного конца и которые стали выполнять роль защиты от травоядных животных (рис. 122). Эти колючки похожи на шипы у тыквы, образуемые эпидермой, но их легко можно отличить от последних тем, что колючки никогда не сдираются вместе с эпидермой со стебля. Кроме того, на колючках побегового происхождения иногда, например у слабительной крушины и дикой груши, образуются листья. Дрок, выросший в условиях засухи, имеет колючки, а тот же дрок, выросший во влажных условиях, вместо колючек развивает нормальные побеги с листьями (рис. 123).

Усики

Усики (*Cirghi*), например винограда (рис. 124), тыквы, огурца, дыни, — видоизмененные побеги, способные обвиваться вокруг стебля другого растения или вокруг какой-либо иной опоры и таким образом поддерживать непрочный свой стебель. Усики характерны для лиан.

Суккуленты

Сочные стебли кактусов, несущие листья в виде колючек, являются видоизмененными побегами. Стебли сохраняют запасы воды и фотосинтезируют, т. е. выполняют функции листьев, которые видоизменились в иглы, защищающие растение от травоядных животных (рис. 125). Сочные, запасающие воду стебли и листья характерны для называемых суккулентами растений (алоэ, агавы и др.) сухих районов, например пустынь Мексики и Калифорнии. Некоторые кактусы запасают около 1000 л воды. Суккуленты встречаются и в нашей стране как в пустынях, так и в средних широтах.

Близки к сочным стеблям реповидные разрастания стебля («стеблеплод») у капустного растения кольраби — *Brassica caulogara* (рис. 126). Мясистая часть стебля употребляется в пищу.

**Кладодии
и филлокладии**

Кладодии, или филлокладии, например у иглицы, растущей в Крыму и на Кавказе (рис. 127), являются видоизмененными побегами. Они похожи на листья и выполняют их функции. На них образуются мелкие, в виде чешуек, листья, в пазухах которых развиваются цветки, чем доказывалось, что кладодии действительно являются побегами, а не листьями, так как цветки образуются всегда на побегах, а не на листьях.

Приведенным здесь не исчерпывается все разнообразие метаморфозов побегов, встречающееся в природе. Так, у зубянки (*Dentaria*) подземные корневища несут на себе уплотненные клубни, представляющие видоизмененные листья.

У испанского дрока побеги безлистные, зеленые, прутьевидные, выполняющие функцию ассимиляции.

Результатом глубокого метаморфоза спороносного побега являются цветки со всем разнообразием их строения у различных видов растений.

Рост и развитие растений

4

Рост растений

Рост — увеличение массы тела растения. Рост происходит вследствие деления и разрастания клеток меристемы. О росте мы судим по объему тела растения или по его весу и по появлению новых органов.

Существенной особенностью высокоорганизованных растений является способность к росту в течение всей жизни за счет эмбриональных (меристематических) тканей.

Различают три фазы роста. Первая фаза — эмбриональный рост — обуславливается размножением клеток, что происходит в конусах нарастания корешков и почек и в камбии. Вторая фаза роста определяется растяжением клеток. Растяжение клеток меристем приводит к увеличению их объема в сотни раз. Третья фаза роста сопровождается дифференцировкой клеток и тесно связана с предыдущей фазой.

Максимальное увеличение органов растения (большой период роста) связано с двумя последними фазами роста.

Ход роста в третьей фазе, как и во второй, зависит в значительной мере от условий внешней среды; под влиянием различных условий внешней среды в растении или в отдельном его органе вырабатываются различные анатомо-морфологические структуры и признаки.

К таким условиям относятся тепло, влага, свет и др. Температурные условия, оптимальные для роста, находятся в пределах 20—25°. Однако они различны для разных органов. Так, для корней они значительно ниже, чем для надземных органов. Огромное значение для роста (фаза растяжения) имеет обеспеченность водой. Недостаток воды влечет за собой мелкоклеточность, а следовательно, замедление роста. Мелкоклеточность наряду с другими морфофизиологическими признаками характерна для растений-ксерофитов, обитающих в условиях устойчивого недостатка влаги.

Свет представляет существенный фактор роста. Этилированные побеги характеризуются усиленным растяжением клеток и слабой их дифференцировкой, замедленным образованием проводящих и механических тканей, мелкими листьями. Усиленное освещение влечет за собой задержку роста клеток, более раннюю их дифференцировку. Особенно сильное задерживающее рост влияние оказывают сине-фиолетовые лучи спектра, чем объясняется обилие низкорослых розеточных форм растений в высокогорных условиях. Все ростовые процессы находятся также в прямой связи с интенсивностью фотосинтеза и корневого питания растений.

Рост растений может стимулироваться физиологически активными веществами, вырабатываемыми самими растениями, — стимуляторами роста (см. ауксины и гибберелины). В настоящее время некоторые стимуляторы роста получают синтетическим путем, а также вырабатываются вещества, которые могут задерживать рост растения, например прорастание клубней картофеля.

Ростовые движения

С ростом у высших растений связана способность к активным движениям. Односторонний рост органа, например стебля, под влиянием одностороннего освещения вызывает изгиб органа в сторону раздражителя. Рост главного корня вниз

осуществляется под воздействием силы тяжести. Подобные ростовые движения получили название тропизмов. Так, корень обладает положительным геотропизмом, тогда как стебель — отрицательным.

Корням свойствен и положительный или отрицательный хемотропизм, т. е. ростовые движения, вызванные химическими веществами почвы.

Кроме тропизмов, различают еще движения растительных органов, вызванные воздействием раздражителей без определенного направления. Это *настии*. Раскрывание почек и бутонов, раскрывание цветков утром и закрывание их вечером (например, у мака, шиповника) или, наоборот (например, у душистого табака, ночной красавицы), перемена листьями своего положения, складывание листьев от прикосновения к ним у стыдливой мимозы. Эти настии вызываются световыми и тепловыми воздействиями на рост тканей растительных органов, на тургор их клеток.

Развитие растения — это качественные изменения содержания клеток и растения в целом. О развитии мы судим по изменениям, происходящим в жизненном цикле растения (прорастание семян, появление листьев, цветков, созревание плодов и семян). Таким образом, рост — это количественные изменения, развитие — качественные изменения. Оба эти процесса находятся в определенной связи, хотя и не тождественны.

Развитие

Развитие понимается в двух смыслах этого слова: 1) индивидуальное развитие организма, или онтогенез; 2) историческое развитие вида, или филогенез. Онтогенез — развитие каждого организма, начинающееся с развития оплодотворенной яйцеклетки и заканчивающееся естественной смертью организма. Филогенез — историческое развитие вида или другой систематической группы. В настоящей главе развитие рассматривается как онтогенез. Филогенез будет рассмотрен в главе VI.

Растения могут иметь одинаковое развитие и разный рост или одинаковый рост и разное развитие. Так, два растения пшеницы могут вырасти в разных условиях: одно — в засушливых условиях на тощей почве, другое — на влажной плодородной почве. Развитию их ничто не препятствует, оба растения проходят успешно все стадии развития и дают семена, но рост у них крайне различен. Первое растение очень низкого роста, у него мало листьев, малый колос и щуплые семена, второе растение высокого роста, имеет много листьев и колосьев, дает полноценные семена.

Однолетние растения делятся на озимые и яровые.

Озимым называется такое растение, которое начинает свое развитие осенью, переживает зиму в поле и весной продолжает развитие. Развитие ярового растения начинается с прорастания семян весной. Озимые высеваются осенью, яровые — весной.

Если озимую пшеницу посеять в теплые дни весны, она будет хорошо расти и к осени образует массу листьев, но разви-

ваться будет плохо, не дойдет в своем развитии до колошения и не даст в первом году своей жизни урожай. Следовательно, рост озимой пшеницы, посеянной весной, такой же или даже лучше, чем рост одновременно посеянной яровой пшеницы, а развитие озимой пшеницы сильно отстает от развития яровой пшеницы, которая в течение лета развилась до колошения и дала семена.

Известны следующие температурные условия, благоприятные для роста некоторых растений. Для пшеницы минимальной температурой является $0-5^{\circ}$, оптимальной — $25-31^{\circ}$, максимальной — $31-37^{\circ}$. Для гречихи соответственно $0-5^{\circ}$, $25-31^{\circ}$, $37-44^{\circ}$; для подсолнечника — $5-10^{\circ}$, $31-37^{\circ}$ и $37-44^{\circ}$; для кукурузы — $5-10^{\circ}$, $37-44^{\circ}$ и $44-50^{\circ}$; для огурца — $15-18^{\circ}$, $31-37^{\circ}$ и $44-50^{\circ}$.

Стадии развития

Развитие однолетнего семенного растения — от начавшего прорасти семени до созревания новых семян — может быть разделено на стадии. В течение каждой стадии для развития растения необходимы определенные благоприятные условия, без которых развитие не протекает. Если растение не пройдет какой-либо стадии развития, следующая стадия не наступает.

Первая стадия развития растения называется стадией яровизации. Она начинается при проращении семени. Для ее прохождения необходима определенная температура (для каждого вида, сорта растения нужна своя определенная температура), влага, кислород воздуха. Наиболее важным условием для прохождения стадии яровизации является температура. Например, для прохождения стадии яровизации яровой пшеницей температура окружающей среды должна равняться $10-12^{\circ}$. Для прохождения стадии яровизации озимой пшеницей необходима температура $0-10^{\circ}$.

В приведенном выше примере озимая пшеница, сеянная весной, задержалась в своем развитии потому, что отсутствовала необходимая для ее развития низкая температура. Стадия яровизации при благоприятных условиях протекает в течение 1—2 недель для яровой пшеницы и с осени по весну для озимой пшеницы.

Температура окружающей среды, необходимая для развития каждого сорта растения, несколько отличается от температуры, требующейся для его роста. Так, минимальная температура для роста растения немного выше, а максимальная — немного ниже, чем для развития растения.

Вторая стадия развития растения называется световой стадией. Она начинается после стадии яровизации, когда у растения уже образовались листья. Для прохождения световой стадии необходим свет, определенная температура, влага, кислород воздуха. Наиболее решающим условием для прохождения световой стадии является свет, т. е. определенная длительность светового (дневного) периода.

Фотопериодизм

День в конце весны — начале лета, когда растения проходят световую стадию развития, на разных широтах Земли имеет различную продолжительность. Во второй половине июня долгота дня в Крыму равняется 15 часам, в Харькове — 16, в Ленинграде — 18, в Архангельске — 21 часу. Растения родом из Крыма, т. е. проходившие там свою эволюцию, приспособились к прохождению световой стадии при 15-часовой долготе дня, растения родом из Архангельска — при 21-часовом дне. В связи с этим растения делят на растения короткого дня, длинного дня и нейтральные.

128. Растения ячменя, посеянные одновременно, но развивавшиеся при разной длине дня.

Слева — при 18-часовом дне, уже выколосилось, в середине — при 12-часовом дне, справа — при 9-часовом дне.



Растениями короткого дня называются такие, которые проходят световую стадию и зацветают при долготе дня, не превышающей 14 часов, например картофель, просо, рис, астры, хризантемы, георгины. Растения короткого дня цветут обычно ранней весной или осенью, когда день действительно короток.

Растения длинного дня называются такие, которые проходят световую стадию и зацветают при долготе дня более 14 часов, например пшеница, рожь, ячмень, овес, кукуруза, горох, клевер, свекла, гладиолус, живокость. Растения длинного дня цветут обычно в начале лета, когда день наиболее длинен.

Растения длинного дня не проходят световой стадии при коротком дне, не вступают в последующие стадии развития, не цветут и не плодоносят (рис. 128).

Нейтральными растениями называются такие, на прохождение световой стадии которых длина дня не оказывает влияния, например подсолнечник, помидор, одуванчик, гвоздика садовая. Это явление имеет практическое значение. Удлиняя (дополнительным освещением электрическими лампами) или укорачивая (закрыванием растений светонепроницаемыми футлярами) день в теплице при выращивании растений, можно добиться ускорения или задержания их цветения. Путем укорачивания дня для редиса можно задержать его цветение и плодоношение и усилить рост «корнеплода». Путем укорачивания дня для лука можно усилить рост пера и корней и задержать рост луковиц.

Зависимость развития растения от продолжительности дня была открыта в 1920 г. в США Гарнером и Аллардом и названа ими фотопериодизмом. Оказывается, не только виды, но и разные сорта одного и того же вида нуждаются в определенной продолжительности дня для своего нормального развития. При акклиматизации растений, районировании сортов необходимо учитывать их фотопериодизм. В СССР стадии развития и фотопериодизм изучали В. Н. Любименко, Т. Д. Лысенко, А. В. Дорошенко, В. И. Разумов, В. А. Новиков, Ф. М. Куперман и др.

После световой стадии развития следует третья стадия — половая и четвертая стадия — созревание зародыша.

Разные части растения имеют разную степень развития, или разную стадийность. Части растения, образовавшиеся в начале его жизни (корневая шейка, нижняя часть стебля), когда растение прошло только первую или первую и вторую стадии развития, являются стадийно более молодыми, чем части растения, образовавшиеся позже (концы стеблей летом), когда растение прошло уже все стадии развития. При выборе черенка для прививки растения стадийность имеет практическое значение. Выбрав черенок стадийно спелый, можно обеспечить привою более раннее цветение и плодоношение по сравнению с привитым стадийно более молодым черенком.

Размножение растений

5

Размножением называется процесс воспроизведения одним организмом новых ему подобных организмов. Размножение — это основное свойство всякого живого организма, как и питание, дыхание, развитие, рост, раздражимость.

Различают три вида размножения: вегетативное, бесполое и половое. Обычно один и тот же вид растения размножается посредством всех трех или двух видов размножения.

Вегетативное размножение

Вегетативное размножение основывается на явлении регенерации, т. е. способности растения восстанавливать целый растительный организм из отдельной его вегетативной части. Вегетативное размножение широко распространено в природе. Одноклеточные организмы размножаются вегетативно путем деления клетки. Дрожжевой грибок размножается вегетативно путем почкования, т. е. деления клеток, после которого разделившиеся клетки остаются вместе (см. рис. 157). Многоклеточные водоросли размножаются вегетативно путем разделения их тела на части.

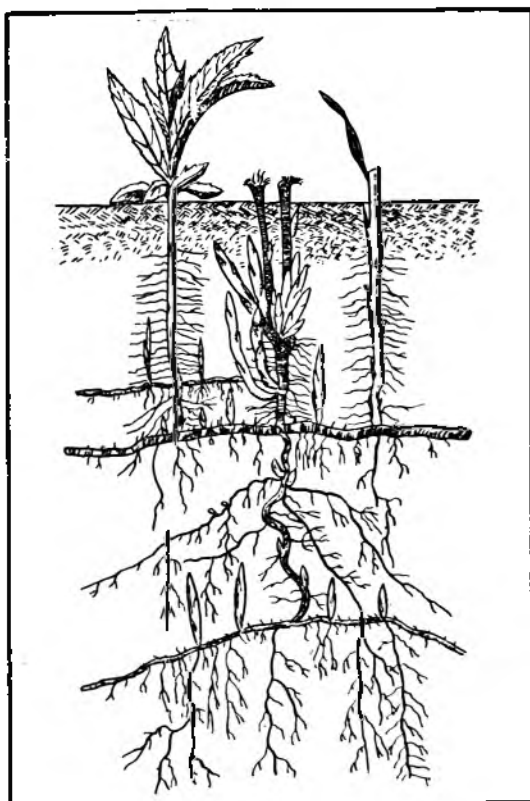
Яблоня, шиповник, камфарный лавр, будяк и многие другие цветковые растения способны размножаться вегетативно путем образования корневых отпрысков, или корневой поросли из придаточных почек на корнях (рис. 129). Георгина, батат, орхидея и др. могут размножаться вегетативно корнеклубнями (см. рис. 68).

Ревень, мята, ландыш, ирис, пырей и другие растения размножаются вегетативно посредством корневищ. Картофель, земляная груша и другие растения размножаются вегетативно клубнями (см. рис. 119, 131). Земляника, ежевика, лютик ползучий и другие виды способны размножаться вегетативно плетями и усами (см. рис. 83). Дикий виноград, смородина и другие растения размножаются вегетативно отводками, т. е. путем укоренения нижних, частично лежащих на земле ветвей. Элодея (распространенное водное растение, так называемая водяная чума) размножается вегетативно посредством отделяющихся от материнского растения побегов. Лук, чеснок, лилия, тюльпан и другие луковичные растения способны размножаться вегетативно луковицами (см. рис. 121).

Виды бриофиллума (семейства толстянковых) размножаются вегетативно листьями, которые еще в зеленом состоянии опадают и образуют придаточные корни и почки (см. рис. 132).

Рассмотренные выше способы вегетативного размножения в природе у дикорастущих растений также широко используются в практике. Это — почкование, размножение корневой порослью, корнеклубнями, корневищами, клубнями, плетями и усами, отводками, луковицами, отделением побегов.

129. Корневая поросль будяка полевого.



Так, почкованием размножается дрожжевой грибок. Посредством корневой поросли в сельском хозяйстве размножаются слива, вишня, сирень, хрен и другие растения, в лесоводстве — многие лиственные деревья и кустарнички. Срубленный лиственный лес обычно возобновляется пней и корневой порослью. Посредством корнеклубней в садоводстве размножаются георгины, отделением побегов — кактус, корневищем — мята, ревень, усами — земляника, отводками — смородина (рис. 130), крыжовник, виноград и многие другие растения. Посредством зубков (молодых луковичек) в сельском хозяйстве вегетативно размножаются луковичные растения, посредством клубней — картофель, земляная груша, или топинамбур (рис. 131).

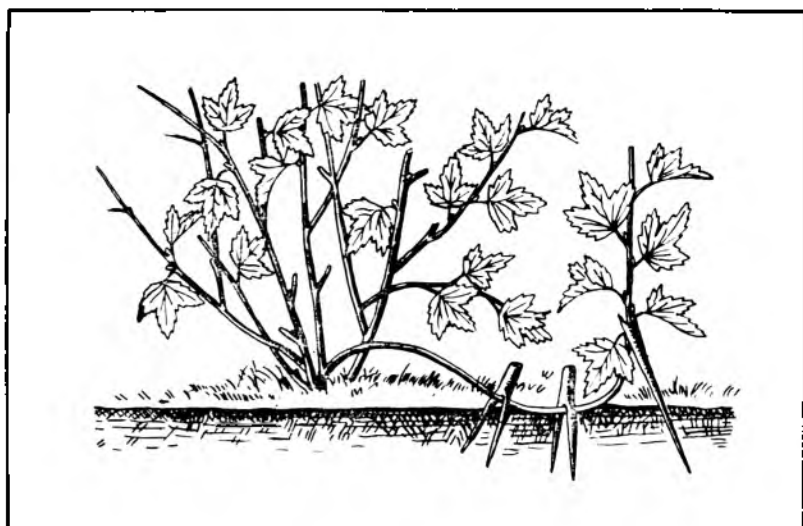
Способы вегетативного размножения

В сельском хозяйстве человеком разработаны способы вегетативного размножения растений, не встречающиеся в природе. Это — деление куста, черенкование и прививки, или трансплантация. Посредством деления материнского куста на части искусственно размножаются ревень, щавель, ягодные кустарники и др.

Черенкование

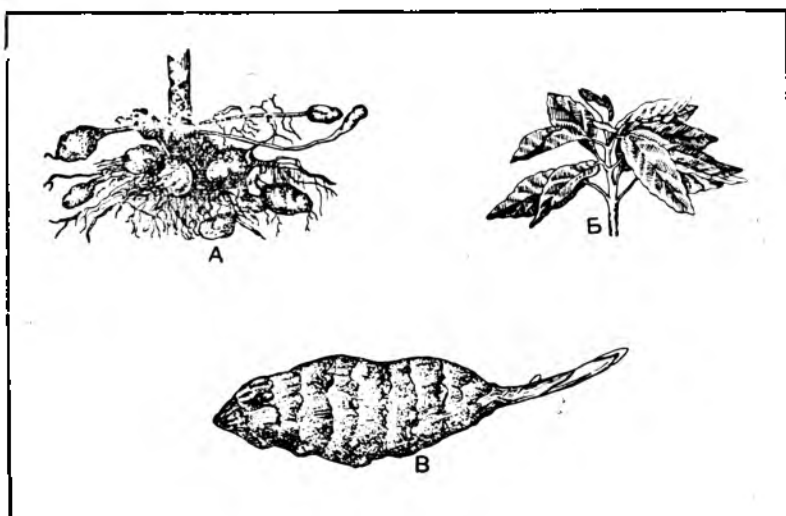
Черенком обычно называется отрезок стебля (стеблевой черенок) или корня (корневой черенок), или листа (листовой черенок). Подобны черенкам отрезки клубней (например, картофель сажают верхушечными частями клубней) и отрезки корневищ (например, у мяты).

130. Размножение смородины отводками.



131. Топинамбур, или земляная груша.

А — корневая система (видны столоны с клубнями на концах);
Б — верхушка побега;
В — клубень.



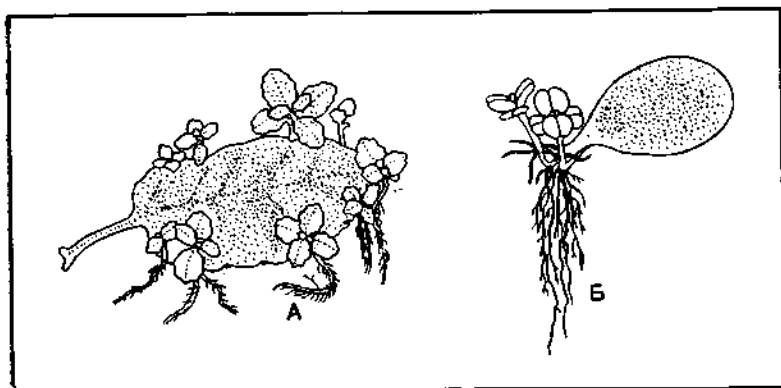
Стеблевой черенок сажается большей своей частью в землю и обязательно морфологически нижним концом. На нижнем конце черенка вскоре образуются придаточные корни, а на верхнем из почек растут побеги. Часто осиновые или ивовые колья, забитые в землю при постройке плетня, укореняются и дают ветви. Стеблевыми черенками размножаются герань, виноград, смородина, крыжовник, роза, жасмин, бузина, тополь, ива и многие другие растения.

Стеблевые черенки бывают различными по своей стадийности. Черенки, срезанные с верхних концов веток растения, стадийно старше черенков, полученных из нижних частей стебля растения. Стадийно старшие черенки, укоренившись, дают цветки и плодоносят скорее, чем стадийно молодые черенки.

Корневой черенок после посадки у некоторых растений образует из камбия или пробкового камбия придаточные

132. Размножение листовыми черенками.

А — бриофиллум;
Б — толстянка.



почки. Корневыми черенками размножают вишню, сливу, маслину, шиповник, камфарный лавр, бересклет, цикорий, молочай и многие другие растения.

Листовой черенок представляет собой обычно целый лист вместе с черешком, если лист черешковый (рис. 132), но могут быть листовые черенки, состоящие только из части пластинки листа. Листовыми черенками в цветоводстве размножаются бегонии, глацинты, некоторые виды лилий и др. Способность размножаться листовыми черенками обнаруживается у значительно меньшего числа видов, чем способность размножаться стеблевыми или корневыми черенками. Способность к размножению листовыми черенками исследовалась у 1204 видов; оказалось, что только 25% видов могут размножаться листовыми черенками.

В последние десятилетия химикам удалось синтезировать вещества высокой физиологической активности, получившие название ростовых веществ. Ростовые вещества хорошо стимулируют образование придаточных корней и побегов. К этим веществам относятся бета-индолил-уксусная (гетероауксин), индолил-масляная, индолил-пропионовая, альфа-нафтил-уксусная и другие кислоты. Обычно черенки выдерживают в течение 2—48 часов в слабых растворах этих ростовых веществ и затем сажают. Можно употреблять вместо растворов ростовые вещества в виде порошка.

Прививки

Искусственные способы вегетативного размножения растений прививкой заключаются в сращивании черенка или почки одного растения с другим растением, имеющим корневую систему и хорошо приспособленным к почве и местным климатическим условиям. При этом прививаемые черенок или почка называются *привоем*, а то растение, на которое прививается привой, — *подвоем*. Существует много методов прививки. Наиболее распространенными методами прививки являются: 1) сближение, 2) прививка черенком, 3) окулировка.

Сближение, или аблактировка, производится весной или летом и может осуществляться для двух растений, находящихся рядом. На ветви каждого растения делают одинаковые по площади срезы, в результате которых обнажается древесина (рис. 133). Затем ветви прижимают одну к другой этими срезами и плотно обвязывают мочалом (или изоляционной лентой, употребляемой для изоляции электрических проводов). На ветви, которая будет привоем, на противоположной

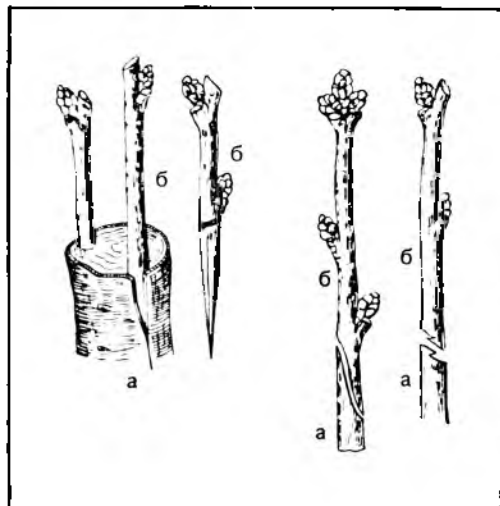
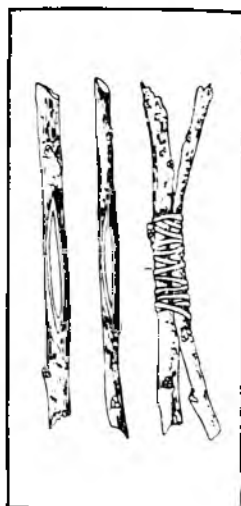
133. Прививка сближением.

134. Прививка черенком.

К рис. 134

а — подвой;

б — привой.



срезу стороне должна быть почка, которую при обвязке мочалом бережно сохраняют. Связанные ветви оставляют на год. В течение года ветви в месте ранения срастаются. Обвязку снимают. Одну ветвь, наметенную быть привоем, отделяют от материнского растения и срезают ее верхушку; из сохраненной почки развивается побег.

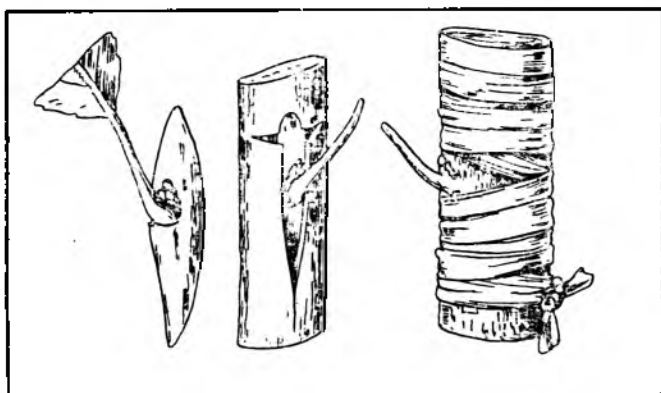
Прививка черенком, или копулировка, осуществляется весной или летом следующим образом (рис. 134). В качестве привоя берут черенок, имеющий одну или несколько почек и, желательнее, такую же толщину, как подвой. Нижний конец черенка срезают косо. Так же срезают стебель подвоя. Обнаженные древесину и камбий прижимают друг к другу и место прививки плотно обвязывают мочалом или изоляционной лентой. Полезно место обвязки обмазать садовым варом, чтобы не происходило высыхания. Привой и подвой срастаются. Так вегетативно размножаются обычно сорта плодовых деревьев. Например, ценные сорта яблони прививают на яблоню-китайку или на местную лесную яблоню, груши — на местные устойчивые сорта груши или на местную лесную грушу, сливы — на дикую сливу, маслины — на дикую маслину, лимон и мандарин — на дикий лимон, розы — на шиповник и т. д.

Окулировка, или прививка глазком, производится так. В качестве привоя берут почку с прилегающей к ней корой и древесиной, которые в этом случае получили название щитка. На молодом стебле подвоя кору разрезают Т-образно (рис. 135) и в образовавшийся под корой карман вставляют щиток. Далее следуют обычные обвязка и обмазывание варом. Окулировку производят весной и во второй половине лета. Щиток прирастает к подвою и из почки развивается побег; тогда ветку подвоя выше места прививки удаляют. Посредством окулировки вегетативно размножаются те же растения, которые размножаются прививкой черенком.

Разные растения различно приживаются друг на друге. Разные сорта растений, принадлежащие к одному и тому же виду, легко взаимно прививаются, разные виды — не всегда легко. Разные роды прививаются трудно, разные семейства — в редких случаях. Хорошо удаются межродовые прививки в семействе пасленовых — томат, картофель, перец, табак, па-

135. Окулировка.

Слева — щиток,
в середине — щиток
вложен в карман,
справа — прививка об-
вязана.



слен, дурман, скополия. То же можно сказать о межродовых прививках в семействе тыквенных — тыква, арбуз, дыня, огурец и др. И. В. Мичурину удавалось привить лимон на грушу (межсемейственная прививка).

Все перечисленные виды вегетативного размножения очень ценны для сельского хозяйства вследствие быстроты и удобства вегетативного размножения растения. Кроме того, при вегетативном размножении лучше сохраняются свойства растения, качества сорта. Если при гибридизации получают ценное новое растение и хотят иметь от него такое же потомство, то для этого растение размножают вегетативно. При размножении такого растения семенами в потомстве хуже сохраняются свойства растения (*расщепление признаков*).

Многочисленными наблюдениями установлено, что привитые компоненты могут оказывать влияние друг на друга. Прививка некоторых сортов яблони на морозостойкую сибирскую яблоню приводит к повышению их морозоустойчивости, благодаря прививке дыни на тыкву повышается морозоустойчивость дыни. В результате прививки табака на картофель в клубнях последнего обнаруживаются алкалоиды, характерные для табака и никогда не наблюдавшиеся в клубнях картофеля. Следовательно, влияние могут оказывать как подвой на привой, так и привой на подвой.

И. В. Мичурин, привив сеянец первого года яблони антоновки полуторафунтовой на трехлетнюю дикую грушу и через 2 года укоренив привой, получил сорт «ренет бергамотный», имеющий признаки яблони и груши.

И. В. Мичурин разработал способ влияния на развивающийся сеянец посредством прививки. Привой, влияющий на подвой, или подвой, влияющий на привой, И. В. Мичурин называл ментором. Аналогичен метод предварительного вегетативного сближения, разработанный И. В. Мичуриным для преодоления нескрещиваемости растений.

Химеры

Если на месте прививки двух растений возникнет почка, она может состоять из тканей привоя и подвоя. В таком случае из почки развивается побег, состоящий из тканей привоя и подвоя. Побег может быть вегетативно размножен и таким путем могут быть получены новые растения, состоящие из

разных тканей двух различных видов или родов растений. Такие растения называют химерами. Известна химера ракитника, полученная еще в 1829 г. от двух видов ракитника, отличающихся окраской цветков (пурпуровой и желтой). Известны химеры между томатом и черным пасленом, у которых образуются на одном и том же растении ветви томата и ветви паслена или ветви, состоящие с одной стороны из тканей томата и с другой стороны из тканей паслена; плоды иногда состоят частично из тканей томата и частично из тканей паслена.

Бесполое размножение

Бесполое размножение характеризуется образованием в растительном организме спор или зооспор, которые отделяются от материнского растения и, попав в благоприятные условия, развиваются (прорастают) в новые дочерние организмы. Это — споры или зооспоры бесполого размножения.

Посредством зооспор размножаются многие виды водорослей и водных грибов. Зооспоры образуются в клетках, называемых зооспорангиями. В тех случаях, когда водоросль состоит из одной клетки, зооспоры формируются в этой единственной клетке. Зооспоры — мельчайшие, снабженные жгутиками клетки, посредством жгутиков клетки способны передвигаться в воде.

Посредством спор размножаются многие виды грибов, мохообразные, папоротникообразные. Споры образуются в спорангиях, имеют округлую или нитевидную форму, микроскопически малы, не имеют жгутиков, переносятся ветром или другими агентами.

Споры образуются и у семенных растений (микроспоры и мегаспоры). У них посредством дальнейшего развития этих спор (развитие мужского и женского гаметофитов) осуществляется процесс полового размножения.

У бактерий в случае превращения их в споры весь протопласт бактерии целиком превращается в спор, следовательно не происходит размножения. Превращение бактерии в спор является приспособлением организма с целью переживания неблагоприятных для жизни внешних условий. Таким образом, споры бактерий отличаются от спор бесполого размножения и не служат целям размножения.

Половое размножение

Половое размножение, или воспроизведение, заключается в формировании растением специальных половых клеток, или гамет, а затем в образовании путем их слияния клетки-зиготы, из которой развивается новый дочерний организм. Половое воспроизведение наблюдается у большинства видов водорослей, многих грибов, у мохообразных, папоротникообраз-

ных и семенных растений. Половое размножение на первых этапах своего эволюционного развития проявляется в виде более примитивного процесса. Гаметы не отличаются ни по величине, ни по морфологии, процесс оплодотворения протекает в виде слияния одинаковых изогамет, имеющих жгутики.

На последующих этапах этот процесс усложняется и у семенных растений представляется весьма сложным. Мужская и женская гаметы резко отличаются по величине, морфологии, подвижности; процесс оплодотворения протекает сложно. Мужские гаметы называются сперматозоидами, или спермиями (без жгутиков), а женские гаметы — яйцеклетками.

Половое размножение потому так распространилось в процессе эволюции, что для видов оно было полезнее, чем бесполое или вегетативное размножение. При половом размножении дочерний организм получал от родительских организмов различные наследственные качества, становился богаче по своим наследственным свойствам и потому лучше мог приспособиться к различным окружающим условиям. При половом размножении потомство было более пестрое по разнообразию наследственных свойств, чем при вегетативном или бесполом размножении, изменчивость потомства проявлялась богаче, естественный отбор получал более разнообразный материал.

Чередование поколений

У многих видов водорослей, у мохообразных, папоротникообразных и семенных растений наблюдается явление чередования, или смены, поколений. Оно заключается в том, что одно поколение растений производит только споры (или зооспоры) и, следовательно, размножается бесполом путем, а следующее поколение, получающееся из спор, производит гаметы и, таким образом, размножается половым путем; получившееся половым путем поколение снова будет размножаться спорами, (образующимися путем редукционного деления) и так происходит чередование поколений, бесполого, или спорофита, и полового, или гаметофита.

У некоторых водорослей спорофит, размножающийся спорами, и гаметофит, образующий половые клетки, представлены совершенно самостоятельными фотосинтезирующими организмами.

У папоротникообразных гаметофит представляет небольшой, но самостоятельно существующий (фотосинтезирующий) организм, на котором из оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) развивается спорофит, после чего гаметофит отмирает.

У более высокоорганизованных голосеменных и покрытосеменных половое поколение (или гаметофит) утратило в процессе эволюции самостоятельность, существует на спорофите и питается продуктами его ассимиляции. Здесь само растение, достигающее часто гигантских размеров, является спорофитом.

В первом приведенном выше случае термин «чередование поколений» наиболее близок к существу явления, тогда как в последнем случае речь идет об отдельных этапах в развитии единого организма.

**Смена
ядерных фаз**

Клетки, из которых образуются споры, делятся редуционно, и потому получающиеся споры в ядрах имеют редуцированное, вдвое меньшее, число (n) хромосом. В отличие от спор, образующихся без редуционного деления, их называют спорами полового размножения. Такое число (n) хромосом носит название гаплоидного, а выросшее из споры растение (гаметофит), имеющее гаплоидное число хромосом в ядрах своих клеток, называется гаплоидом.

Произведенные гаметофитом гаметы также гаплоидны. При оплодотворении сливаются две гаплоидные гаметы и в зиготе восстанавливается вдвое большее ($2n$) число хромосом, свойственное ядрам всех клеток вырастающего из зиготы спорофита. Такое число ($2n$) хромосом называется диплоидным, а выросшее из зиготы растение (спорофит), имеющее диплоидное число хромосом, — диплоидом. Итак, явление чередования поколений связано со сменой ядерных фаз — гаплоидной и диплоидной.

Систематика растений

6

По мере увеличения числа известных человеку видов растений росла необходимость их классификации, составления системы растительного мира. Одной из первых известных нам классификаций растений была классификация Теофраста, жившего в IV—III веках до нашей эры и описавшего 450 видов растений. Теофраст классифицировал растения на деревья, кустарники, полукустарники и травы, на вечнозеленые и листопадные, на дикорастущие и культурные, на цветущие и нецветущие.

Как мы видим, в основу систематики клалась не родственные связи, не происхождение растений, как это делается в современной филогенетической (т. е. изучающей эволюцию организмов) системе, а иные признаки, не отражавшие родственных связей растений.

В средние века систематика почти не развивалась. В эпоху Возрождения снова обогащаются знания о растениях (путешествия, организация аптекарских садов).

В 1735 г. Карл Линней издает свой труд «Система природы», в котором описывает 10 000 видов растений, классифицируя их в определенной системе. В этом труде классифицировался также и животный мир (4000 видов животных). Но система Линнея была искусственной, построенной на немногих (в основном одном) признаках; в ней не учитывалась история развития растительного мира. Основным признаком для классификации цветковых растений он принял строение и число тычинок; это приводило, например, к разъединению близких, принадлежащих к одному и тому же семейству губоцветных, видов шалфея и мяты, потому что у них разные числа тычинок (у шалфея — 2, у мяты — 4).

Очень ценным в системе Линнея было применение бинарной номенклатуры, т. е. правила называть каждый вид двумя латинскими словами, из которых первое было названием рода, а второе вместе с первым — вида. Бинарная номенклатура упрощала систематику, устраняла путаницу и сложности. Бинарная номенклатура принята и используется в биологии во всех странах мира. Например, шиповнику Линней дал название *Rosa canina* L., тогда как раньше его называли шестью словами и в разных странах по-своему. Буква L., стоящая после названия, является первой буквой фамилии Линнея. После названия вида обычно ставят начальные буквы фамилии или полностью фамилию того ботаника, который впервые описал вид растения и дал ему название. Искусственная система Линнея была практически полезной и удобной.

В 1789 г. А. Жюсье опубликовал свой труд «Роды растений», в котором подробно описал 100 семейств растений. Жюсье объединял в одном семействе растения, сходные по совокупности признаков, а не по 1—2 признакам, как это делал в своей искусственной системе Линней. Поэтому система Жюсье выгодно отличается от искусственных систем и является образцом естественной системы. В естественной системе Жюсье хорошо подчеркивалось разнообразие видов, относимых к разным семействам, и одновременно — единая целостность семейств.

Вскоре после естественной системы Жюсье были разработаны и опубликованы естественные системы Декандолля и других систематиков. Однако всем этим системам были чужды идеи эволюции органического мира.

В 1834 г. русский эволюционист П. Ф. Горянинов опубликовал первую филогенетическую систему растений.

В середине XIX века трудами Ч. Дарвина и др. в биологии утвердилось эволюционное учение и систематика растений стала строиться на принципе отражения в ней родственных связей между систематическими группами. Стали разрабатываться эволюционные филогенетические системы растений. Единой, общепризнанной филогенетической системы еще нет. Пока имеются филогенетические системы, разработанные рядом авторов. Одной из самых распространенных является филогенетическая система А. Энглера, предложенная им в 1887 г.

В СССР филогенетические системы разработаны Н. И. Кузнецовым (1914), А. А. Гроссгеймом (1945), А. Л. Тахтаджяном и др. В системе А. А. Гроссгейма представляет интерес разделение цветковых растений на три ступени, отличающиеся по эволюции процесса опыления, а именно: к первой ступени относятся те виды цветковых растений, у которых приспособления к перекрестному опылению выражены слабо, ко второй — те растения, у которых приспособления к перекрестному опылению выражены резко, цветки специализированы в этом отношении, и к третьей ступени — те растения, цветки которых наиболее совершенно приспособлены к перекрестному опылению. А. Л. Тахтаджян главным критерием для построения системы считает эволюцию типов гинецея и плацентации семязачатков.

В настоящее время известно более 500 000 видов растений (и около 1 500 000 видов животных). Ежегодно открываются новые виды.

Весь растительный мир делят на две группы: низшие, талломные, или слоевцовые — *Thallobionta*, и высшие, или листо-стебельные — *Coellobionta*, растения. К низшим относятся одноклеточные и многоклеточные растения, тело которых — слоевище, или таллом — не расчленено на вегетативные органы и не имеет дифференцированных сосудистых тканей. Органы полового и бесполого размножения у них, за редким исключением, одноклеточные. К высшим относятся многоклеточные растения, тело которых расчленено на вегетативные органы — корень, стебель, лист — и имеет проводящие пучки (мохообразные не имеют корня и проводящих пучков). Органы полового и бесполого размножения всегда многоклеточные.

Низшие растения делятся на следующие типы, или отделы:

1. Бактерии *Bacteriophyta*
2. Синезеленые водоросли *Cyanophyta*
3. Зеленые водоросли *Chlorophyta*
4. Диатомовые водоросли *Diatomeae*
5. Бурые водоросли *Phaeophyta*
6. Красные, или багряные, водоросли *Rhodophyta*
7. Слизевики, или миксомицеты *Mycophyta*
8. Грибы *Fungi* (*Mycetes*)
9. Лишайники *Lichenes*

Высшие растения делятся на типы, или отделы:

1. Мохообразные *Bryophyta*

2. Псилофиты Psilophyta
3. Плаунообразные Lycophyta
4. Клинолистные Sphenophyta
5. Папоротникообразные Pterophyta
6. Голосеменные Gymnospermae
7. Покрытосеменные, или цветковые Angiospermae.

Типы (Phylum) в свою очередь делятся на классы, классы (Classis) — на порядки, порядки (Ordo) — на семейства, семейства (Familia) — на роды, роды (Genus) — на виды. Вид (Species) — элементарная систематическая единица. Однако поскольку внутри вида происходят изменения, появляются новые формы, систематики вид еще делят на подвиды (Subspecies) и разновидности (Varietas). В растениеводстве же еще внутри разновидностей различают сорта.

Тип Бактерии—Bacteriophyta

Бактерии — микроскопически мелкие, одноклеточные организмы.

Бактериальная клетка имеет настолько малую величину, что в капле воды могут поместиться сотни миллионов бактерий. Шаровидные бактерии имеют в среднем диаметр 1—2 м.

По форме клеток различают следующие морфологические группы видов бактерий (рис. 136): 1) кокки, имеющие шарообразную форму; 2) диплококки, состоящие из попарно расположенных кокков; 3) стрептококки, состоящие из кокков, расположенных в виде цепочки; 4) сарцины, состоящие из кокков, расположенных в виде плотных пачек; 5) стафилококки, состоящие из кокков, расположенных в виде рыхлых скоплений, напоминающих виноградные грозди; 6) палочки, или бациллы, имеющие вытянутую, палочкообразную форму; 7) диплобациллы, состоящие из бацилл, расположенных попарно; 8) стрептобациллы, состоящие из бацилл, расположенных в виде цепочки; 9) вибрионы, имеющие вытянутую дугообразно изогнутую форму; 10) спириллы, имеющие вытянутую штопорообразно извитую форму.

Строение клетки

У многих видов бактерий ясно видно, что их клетка состоит из цитоплазмы, ядра, крупных цитоплазматических гранул и оболочки.

Электронная микроскопия дала возможность установить, что цитоплазма у бактерий состоит из мелких гранул. В цитоплазме наблюдаются мелкие вакуоли. Ядро бактерий не имеет оболочки, имеет хромосому, делится путем митоза и прямого деления. Оболочка бактериальной клетки состоит из двух слоев. К ней прилегает цитоплазматическая мембрана.

У некоторых видов бактерий ядро не обнаружено.

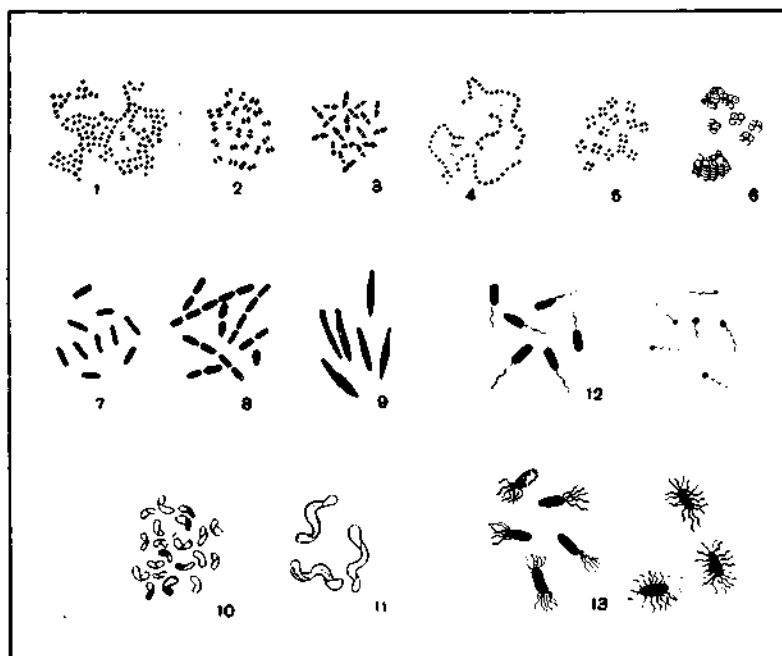
Среди всех известных видов бактерий установлено настолько большое разнообразие в их строении, что их можно расположить в непрерывный ряд, начиная с близких к вирусам и кончая близкими к клеткам многоклеточного организма.

У некоторых видов бактерий вокруг их клеток выделяется слизь, или слизистые капсулы.

Почти все бактерии бесцветны. Только некоторые виды бактерий окрашены в зеленый или красный, или желтый цвет.

136. Формы бактерий.

- 1 — кокки;
 2, 3 — диплококки;
 4 — стрептококки;
 5 — тетракокки;
 6 — сарцины;
 7, 8 — бациллы;
 9 — цепочки бацилл;
 10 — вибрионы;
 11 — спирааллы;
 12 — жгутиковые формы;
 13 — реснитчатые формы.



Некоторые виды бактерий выделяют пигменты наружу и окрашивают субстрат, на котором живут, в красный, желтый и другие цвета.

Есть виды бактерий, способные светиться. Их свечение (хемоллюминесценция) объясняется окислительными процессами, которые вызываются выделяемыми бактериями ферментами. Свечение мяса и рыбы, свечение моря объясняется размножением таких бактерий.

Некоторые виды бактерий могут активно передвигаться посредством особых органов движения — жгутиков, т. е. тонких нитевидных образований, отходящих от протопласта клетки бактерии и способных производить волнообразные движения (см. рис. 136).

Известны виды бактерий, передвигающиеся, но не имеющие жгутиков; некоторые из них передвигаются, выбрасывая слизь, так сказать, реактивным способом. За 1 час некоторые бактерии проходят расстояние, превышающее в 2000 раз длину их тела.

У некоторых видов бактерий в цитоплазме может образоваться спора — клетка, имеющая толстую оболочку и значительно обезвоженная (рис. 137). Спора бактерии обнаруживает высокую устойчивость против высокой температуры, высушивания, действия ядов, ультрафиолетовых лучей и т. п. Споры обычно образуются при ухудшении условий жизни бактерий (отсутствии влаги, холоде, высокой температуре и др.) и способствуют сохранению вида при неблагоприятных условиях. Попадая в благоприятную для жизни среду, спора прорастает и превращается в деятельную клетку. Как мы видим, образование спор у бактерий не приводит к их размножению: как была одна бактериальная клетка до превращения ее в спору, так и осталась одна клетка после превращения споры в деятельную клетку. Поэтому споры у бактерий следует отличать от спор размножения.

Размножение

Размножаются бактерии посредством прямого деления — амитоза. В 1946 г. Дж. Ледерберг и Е. Татум открыли (рис. 138) половой процесс у кишечной палочки — *Escherichia coli*. В конце 50-х годов была осуществлена гибридизация между кишечной палочкой и дизентерийной бактерией.

Деление бактериальной клетки при благоприятных условиях происходит приблизительно каждые 12—15 минут. Если бы внешние условия не препятствовали такому быстрому делению бактерий, то одна бактерия величиной $1 \times 2 \text{ м}$ в течение 5 суток могла бы размножиться настолько, что ее потомки заняли бы все моря и океаны на нашей планете. В действительности же бактерии не встречаются в течение длительного времени только благоприятные, не препятствующие их размножению, условия и потому не размножаются в таких фантастических масштабах. Есть виды бактерий, которым свойственно очень медленное размножение, например бактерия, вызывающая туберкулез (*Mycobacterium tuberculosis*).

Оболочка клетки некоторых видов бактерий состоит из целлюлозы, что характерно для растений. У большинства видов бактерий оболочка клетки состоит из азотсодержащих веществ. Бактерии способны вырабатывать различные ферменты.

Питание бактерий

Питание бактерий происходит путем прохождения питательных растворов через их полупроницаемые мембраны (осмос). Бактерии способны выделять гидролитические ферменты, которые разлагают нерастворимые вещества внешней среды и делают их растворимыми, доступными для бактерий.

Большинство видов бактерий питается готовыми органическими веществами (гетеротрофные бактерии), мертвыми органическими веществами (сапрофиты) или за счет живых организмов (паразиты). Немногие виды бактерий питаются неорганическими веществами (автотрофные бактерии), синтезируя из них органические вещества посредством или световой энергии (фотосинтезирующие, зеленые и пурпурные бактерии), или химической энергии (хемосинтезирующие бактерии). Хемосинтезирующие бактерии вызывают посредством вырабатываемых в их теле ферментов окисление неорганических веществ (аммиака, сероводорода, серы, закиси железа и др.) и выделяющуюся при этом энергию используют для синтеза органических веществ из неорганических. Известны бактерии, способные усваивать свободный азот воздуха.

Дыхание

Дыхание бактерий, в процессе которого получается необходимая для жизни энергия, осуществляется посредством дыхательных ферментов, вырабатываемых бактериальной клеткой. По своему отношению к кислороду бактерии делятся на существующие только в кислородной среде (аэробные) и существующие в бескислородной среде (анаэробные); наконец, бывают бактерии, которые могут существовать как в кислородной, так и в бескислородной среде (это факультативные анаэробы). Примером аэробных бактерий может быть названа туберкулезная палочка, а примером анаэробных — палочка, вызывающая столбняк.

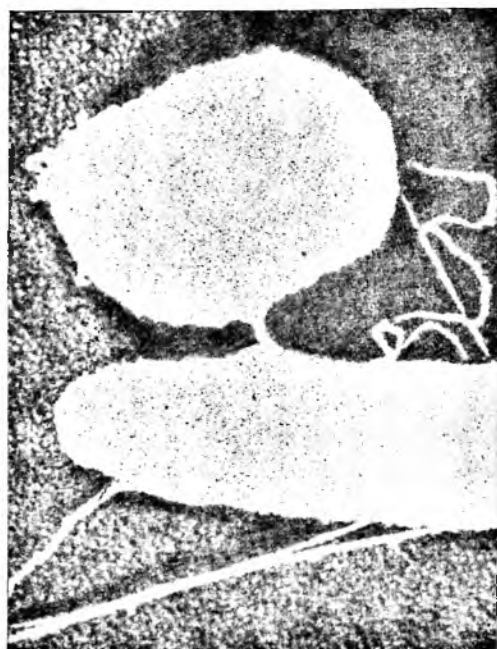
Крайне мелкие размеры тела, приспособленность к существованию в разнообразнейших условиях, способность к быстрому размножению обуславливают широкое распространение и многочисленность бактерий. Бактерии и их споры встречаются в почве, пресной и соленой воде, воздухе, в нашей пище, нашем организме, в организме животных и растений, на раз-

137. Электронная микрофотография бациллы.

138. Конъюгация бактерий *Escherichia coli*.

Вверху образовалась спора.
Увеличение в 20 000 раз.

К рис. 136
(увеличение электронного микроскопа).



ных предметах в нашем жилище, в разнообразных отбросах и в воздухе. Бактерии обнаружены в атмосфере на высоте 10 км.

В верхних слоях огородной почвы на площади 1 га содержится несколько тонн бактериальных клеток.

Бактерии приспособились к существованию в разнообразнейших условиях. Есть виды бактерий, живущие в горячих источниках, в кучах согревающегося навоза и т. д. (термофильные бактерии); они способны жить при температуре 65—70°. Есть виды бактерий, живущие в холодных морях, на пищевых продуктах в холодильниках и т. д. (психрофильные бактерии); они способны жить при 0° и даже при —7°. Есть виды бактерий, живущие в симбиозе с другими видами бактерий или в симбиозе с корнями бобовых растений (клубеньковые бактерии) или в симбиозе с грибами (лишайники).

Значение бактерий в природе и жизни человека крайне велико. Прежде всего гнилостные бактерии разлагают органические вещества животных и растений на неорганические, т. е. минерализуют органические вещества, делая их доступными для других растений. Об этой важной роли бактерий в круговороте веществ в природе нами уже говорилось. К таким бактериям относятся навозные, почвенные и др. В результате деятельности почвенных бактерий образовались залежи серы и железной руды. Бактерии способствовали образованию каменного угля, нефти, торфа. Наряду с этим гнилостные бактерии могут вызывать порчу пищевых продуктов. Важнейшую роль в круговороте азота в природе играют нитрифицирующие и азотфиксирующие бактерии.

Виды бактерий, вызывающие молочнокислое брожение, используются человеком для приготовления простокваши, сметаны и масла, кефира, сыра, кумыса, ацидофилина. Высокая

Значение бактерий

концентрация сахара (варенье, моченые яблоки) или соли (соленые огурцы, квашеная капуста, силосованный корм) препятствует жизнедеятельности бактерий и предохраняет продукты от порчи. Виды бактерий, вызывающие уксуснокислое брожение, используются человеком для получения винного уксуса. Виды бактерий, разрушающие пектиновые вещества, склеивающие пучки лубяных волокон в стеблях растений и таким образом освобождающие прядильные волокна от других тканей, используются человеком при мочке льна и конопли.

Многие виды бактерий приносят человеку, домашним животным и культурным растениям вред, являясь возбудителями их болезней. Это так называемые болезнетворные, или патогенные, бактерии.

У растений бактерии вызывают инфекционные заболевания реже, чем у человека и животных. Это, очевидно, объясняется тем, что растительные клетки имеют кислый, не благоприятствующий жизнедеятельности бактерий клеточный сок и хорошо защищены от проникновения их внутрь организма эпидермой, кутикулой, коркой, а также фитонцидами и антибиотиками.

Для борьбы с вредными бактериями и их спорами разработаны специальные методы. Прежде всего следует указать на борьбу посредством высокой температуры. Нагревание до $150-170^{\circ}$ в течение часа губительно для бактерий и их спор. Прием уничтожения бактерий посредством высокой температуры (нагревание, кипячение, прокалывание) называется стерилизацией. В случае отсутствия автоклава можно добиться полной стерилизации обычным кипячением при 100° , повторяя его ежедневно по 20—30 минут в течение 3 дней. В этом случае споры, не убитые при кипячении, прорастают и убиваются последующим кипячением.

Бактерии, не имеющие спор, гибнут при нагревании до $60-70^{\circ}$ в течение нескольких минут. На этом основан прием пастеризации молока и других продуктов. Молоко не кипятят, а прогревают в течение получаса при 60° , и молочнокислые бактерии гибнут.

Другим распространенным методом уничтожения бактерий и их спор является воздействие на них ядовитыми веществами. Это дезинфекция. Дезинфицируют помещение, одежду и т. п. Наиболее сильными ядами, употребляемыми для дезинфекции, являются сулема (0,1% водный раствор), карболовая кислота (3—5% водный раствор), формалин, спирт (96°) и др.

К методам борьбы с патогенными бактериями относятся предохранительные прививки, посредством которых у людей и животных создается искусственный иммунитет к данной инфекционной болезни или группе заболеваний.

Наконец, следует указать на антибиотики как на вещества, угнетающие жизнедеятельность патогенных бактерий, но не отравляющие организм человека и животного. Антибиотики вырабатываются и выделяются бактериями, сумчатыми грибами, актиномицетами. Например, бактериями, живущими в почве, выделяется грамицидин, субтили и др. Иногда бактерии одного вида выделяют не только антибиотик, посредством которого они убивают бактерии другого вида, но и протеолитический фермент, с помощью которого растворяют убитых бактерий, которые идут в конце концов на питание «победителю» (зачатки хищничества).

Вирусы

Д. И. Ивановский в 1892 г. открыл фильтрующийся вирус — возбудитель мозаичной болезни табака.

Электронная микроскопия дала возможность изучать мельчайшие фильтрующиеся вирусы, или ультравирусы. Вирусы — самые простые известные формы жизни. Они, как и фаги, не являются клетками, не относятся к миру растений, представляя самостоятельную группу организмов.

Теперь широко известны вирусные заболевания человека, животных и растений. У человека это натуральная оспа, корь, краснуха, грипп, полиомиелит, вирусные энцефалиты, желтая лихорадка. У человека и домашних животных — бешенство, ящур. У животных — чума рогатого скота, инфекционная анемия лошадей, орнитоз и чума птиц. У растений — мозаичная болезнь табака, столбур помидора и др.

Вирусы различаются по величине и форме. Наиболее крупные вирусы, например вирусы натуральной оспы, видны через обычный оптический микроскоп. Наиболее мелкие вирусы имеют несколько миллимикрон в поперечнике и видимы только при больших увеличениях электронного микроскопа (например, вирус, вызывающий ящур у крупного рогатого скота имеет 10 мкм в поперечнике). Они настолько мелки, что проходят через фарфоровые фильтры, применяемые для отделения бактерий, почему и стали называться фильтрующимися вирусами.

Простые вирусы состоят только из белка и нуклеиновой кислоты. Более сложные имеют в своем составе еще липиды и полисахариды.

Вирусы бесцветны. Выдерживают высушивание и температуру выше 100°. Могут длительное время сохраняться в воде и почве. Многие вирусы распространяются насекомыми, например клещами (весенне-летний энцефалит человека), москитами (малярия человека), цикадами (закукливание овса) и др. Вирусы могут проникать в организм и через раны на коже (например, вирусы бешенства) и через носоглоточное пространство (например, вирусы гриппа).

Мерами борьбы с вирусами служат те же приемы, что и при борьбе с патогенными бактериями, а именно: стерилизация, дезинфекция, предохранительные прививки, антибиотики.

Бактериофаги

Фаги, или бактериофаги, — микроскопические, мельчайшие существа, обладающие способностью вызывать растворение (лизис) бактерий и питаться ими. Открыты в 1915 г. французским ученым д'Эреллем. Фаги широко распространены в природе. Известны фаги, поражающие холерный вибрион, дизентерийную палочку, тифозные и паратифозные бактерии, стафилококк, стрептококк и др. Фаги выделены из чеснока, лука, яблока, моркови.

Посредством электронного микроскопа установлено, что фаги имеют вид головки с хвостиком. Размеры их колеблются от 0,4 до 90 мкм. Некоторые фаги сохранялись годами в высушенном состоянии; они переносят нагревание до 100°, замораживание до —185°, давление до 3000—6000 атмосфер, присутствие антисептиков и т. д. По химическому составу фаги белковой природы.

Поражение бактериальной клетки бактериофагом происходит так. Сначала бактериофаг прикрепляется своим хвостом к бактериальной клетке. Фермент, присутствующий в хвосте, разрушает стенку бактериальной клетки. ДНК бактериофага проникает в бактериальную клетку. В клетке идет накопление фагов и через 30 минут после заражения она разрушается и из нее освобождается масса бактериофагов, готовых снова заражать клетки бактерий.

Бактерии — простейшие, древнейшие организмы. Есть основания предполагать, что они являются родоначальниками растений и животных. Очевидно, хемосинтезирующие бактерии предшествовали бактериям, имеющим пигменты и способным фотосинтезировать. В древних слоях земной коры, относящихся к архейской эре, т. е. ко времени возникновения жизни на Земле, найдены следы деятельности бактерий. По-видимому, тогда одними из первых живых существ были существа проще бактерий, подобные микроскопическим комочкам живого белкового вещества, способным к самообновлению. Вирусы, фаги не могут рассматриваться как исходные, примитивные формы жизни в связи с их крайним паразитизмом.

Жгутиковые

В настоящее время существуют животные организмы, близкие к простейшим формам растений. Это жгутиковые.

Зоологи рассматривают их как класс типа простейших животных. Жгутиковые — Flagellata — одноклеточные, микроскопически мелкие, живущие в воде и имеющие жгутики организмы.

В классе жгутиковых известно большое разнообразие видов, из которых одни близки к животным, другие — к растениям. Наиболее близки к растениям эвгленовые. Эвглена зеленая — *Euglena viridis* (рис. 139) имеет зеленые хроматофоры и фотосинтезирует; в темноте же, в среде, богатой органическими веществами, эвглена питается готовыми органическими веществами. Размножается эвглена делением; только у немногих видов обнаружен половой процесс. Таким образом, жгутиковые занимают промежуточное положение между растительным и животным миром.

Тип Синезеленые водоросли — Cyanophyta

Синезеленые водоросли относятся к древнейшим растениям на Земле. Характерным для синезеленых водорослей является то, что протопласт их клеток не дифференцирован на ядро, хроматофоры и цитоплазму. Ядерные нуклеиновые вещества распылены в центральной части протопласта (у некоторых видов посредством электронного микроскопа открыто ядро), а пигменты (хлорофилл, фикоциан, каротин и др.) рассеяны в периферической части протопласта. Фотосинтезируют. Протоплазма не содержит вакуолей. Оболочки клеток пектиновые. Крахмала в клетках нет; вместо него синтезируется животный крахмал — гликоген.

139. Эвглена.

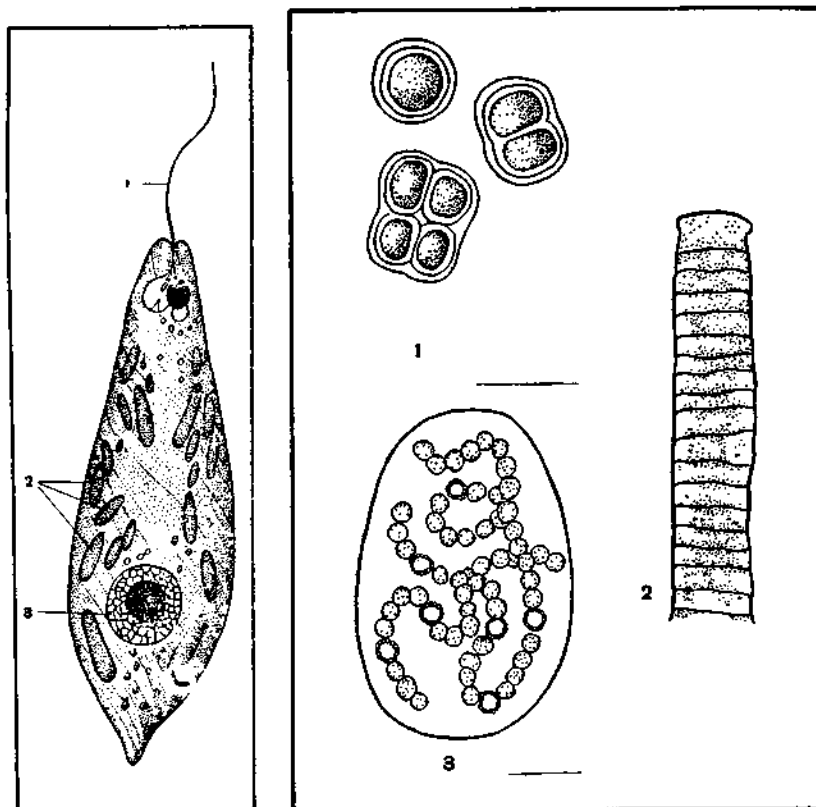
140. Синезеленые водоросли.

К рис. 139

- 1 — жгутик;
2 — хромофоры;
3 — ядро.

К рис. 140

- 1 — хроококк;
2 — осциллятория;
3 — носток.
Увеличение в 600 раз.



Есть разные виды: 1) одноклеточные, обычно шаровидные; 2) колониальные, соединенные слизью одноклеточные организмы; 3) многоклеточные, в форме нитей. Размножаются синезеленые водоросли, подобно бактериям, простым делением клетки, а у многоклеточных, нитчатых видов — делением нити на участки. Половой процесс отсутствует. Некоторые виды способны образовывать споры. Живут синезеленые водоросли главным образом в пресных водах, являясь пищей для водных животных. Иногда они образуют пленку на воде болота, пруда, на стенках аквариума. Иногда в водоемах развиваются настолько большие количества водорослей, что вода окрашивается в зеленый цвет. Это цветение воды. Иногда отмирание больших масс водорослей и их гниение приводят к вымиранию рыб в водоеме. Только немногие виды встречаются в морях, на сырой земле, на сырых затененных частях зданий. При участии синезеленых водорослей образуются лечебные грязи (Евпатория, Самара и др.). Синезеленые водоросли обычно первыми поселяются на бесструктурных минеральных почвах. Некоторые виды фиксируют свободный азот. В симбиозе с грибами синезеленые водоросли образуют лишайники.

Синезеленые водоросли могут жить и на Крайнем Севере в воде, температура которой часто снижается ниже нуля, и в воде горячих источников, температура которой достигает 70—80°.

Известно около 1400 видов синезеленых водорослей (некоторые систематики насчитывают 2500 видов). Представителями их являются хроококк, осциллятория, носток (рис. 140).

Хроококк — *Chroococcus* — встречается в иле среди других водных растений, в виде одной шаровидной или двух склеенных слизью клеток. **Осциллятория** — *Oscillatoria* — встречается в виде или темно-зеленой пленки на поверхности воды, или слоя на дне водоема. Это нитчатая форма. **Носток** — *Nostoc* — состоит из нитчатых форм, окруженных массой слизи. Такая колония имеет шаровидную форму и иногда достигает величины плода сливы. Среди клеток, образующих нить, видны более крупные и не имеющие протопласта клетки, называемые гетероцистами. При размножении нитчатой водоросли разрыв нити происходит в этих гетероцистах. Носток в Китае употребляется в пищу как лакомство.

Тип Зеленые водоросли — *Chlorophyta*

Зеленые водоросли окрашены в зеленый цвет хлорофиллом, находящимся в хроматофорах. Следовательно, зеленые водоросли фотосинтезируют. Кроме того, хроматофоры содержат пигменты — каротиноиды. Характерно для многих видов присутствие в хроматофорах особых белковых тел — **пиреноидов**.

У разных видов зеленых водорослей хроматофоры бывают разнообразной формы: в виде пластинок, лент, звездочек, зернышек. Клетки, кроме цитоплазмы и одного или нескольких ядер, имеют вакуоли с клеточным соком. Оболочка у большинства целлюлозная. В типе зеленых водорослей имеются виды одноклеточные, колоннальные и многоклеточные. Обитают как в воде, так и на сырых почвах.

Размножение

Размножаются зеленые водоросли вегетативным (деление клеток, расчленение таллома) бесполом и половым способом. Бесполое размножение осуществляется посредством зооспор. В клетке водоросли образуются зооспоры — клетки грушевидной формы, имеющие ядро и хроматофоры, снабженные жгутиками, посредством которых зооспоры передвигаются в воде после выхода из материнской клетки. У некоторых видов образуются неподвижные, без жгутиков, апланоспоры. Зооспора впоследствии прикрепляется к субстрату и дает начало новой водоросли.

Половое размножение у различных видов зеленых водорослей происходит по-разному, и это разнообразие можно свести к следующим трем формам: изогамия, гетерогамия и оогамия.

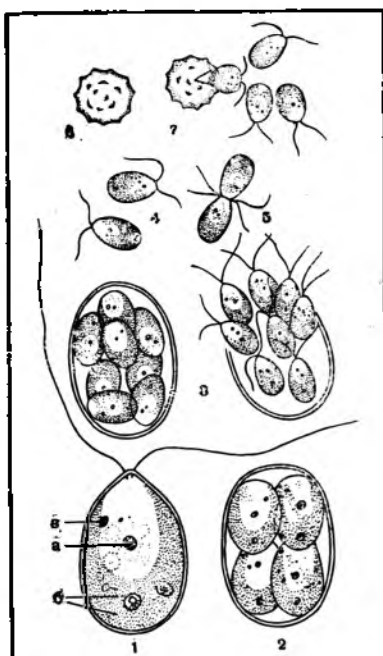
Изогамия происходит так. В клетках водоросли формируется по многу мельчайших гамет, снабженных жгутиками и похожих на зооспоры. Все гаметы морфологически сходны, но по подвижности различаются. Более подвижные гаметы (плюс-гаметы) считаются мужскими, а менее подвижные (минус-гаметы) — женскими. После слияния (копуляции) менее подвижной и более подвижной гамет образуется зигота. Впоследствии зигота делится, растет дочерний организм. Клетки, образующие гаметы, называются гаметангиями.

Гетерогамия представляется несколько более сложным процессом. В клетках водоросли образуются морфологически различные гаметы: в одних клетках — мелкие подвижные мужские гаметы, микрогаметы, а в других — крупные,

141. Хламидомонады.

К рис. 141

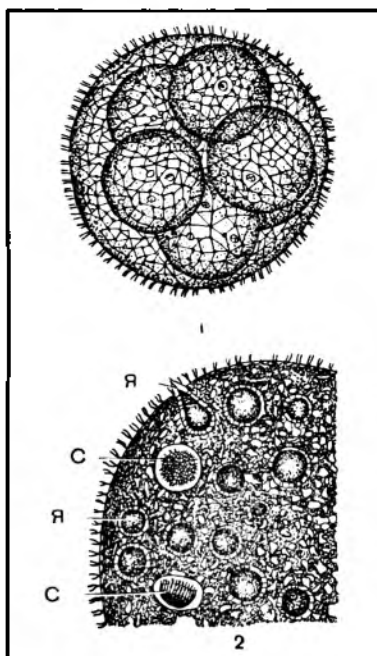
1 — хламидомонада;
 а — ядро;
 б — хроматофор;
 в — красный глазок;
 2 — образование в клетке зооспор;
 3 — образование в клетке изогамет;
 4 — изогаметы;
 5 — слияние изогамет;
 6 — зигота;
 7 — выход из зиготы дочерних хламидомонад.



К рис. 142

1 — внутри материнского шара видны дочерние шары;
 2 — часть шара;
 С — сперматозоиды;
 Я — яйцеклетка.

142. Вольвокс.



женские гаметы, макрогоматы. Слияние микрогаметы и макрогоматы дает зиготу, которая впоследствии прорастает.

Наиболее сложной формой полового размножения является оогамия. В особых материнских клетках, называемых антеридиями, образуется много мельчайших подвижных мужских гамет, называемых сперматозоидами. В других особых материнских клетках, называемых оогониями, образуется по одной крупной неподвижной женской гамете, называемой яйцеклеткой. После слияния одного из сперматозоидов с яйцеклеткой из оплодотворенной яйцеклетки — зиготы, проходящей обычно период покоя, возникает новый организм.

В настоящее время известно около 6000 видов зеленых водорослей (некоторыми систематиками насчитывается 8000 видов и более). Тип зеленых водорослей делится на три класса: 1) равножгутиковые, или настоящие зеленые водоросли; 2) сеплянки; 3) лучицы, или харовые.

Класс Равножгутиковые водоросли — Isocontae

Класс в свою очередь делится на 4 порядка: 1) вольвоксовые; 2) улотриковые; 3) протококковые; 4) сифоновые.

Порядок Вольвоксовые

Типичными водорослями для порядка вольвоксовых — Volvocales — являются виды водорослей из рода хламидомонад — Chlamydomonas. Это одноклеточные водоросли (рис. 141) овальной формы, имеющие два жгутика. Клетка водоросли состоит из цитоплазмы, ядра, чашеобразного хроматофора с пиреноидом, красного глазка, пульсирующей вакуоли и оболочки. По строению хламидомонады похожи на некоторых жгутиковых. Живут хламидомонады в лужах, на сырой земле. Размножаются как бесполым путем, зооспорами, так и

143. Улотрикс.

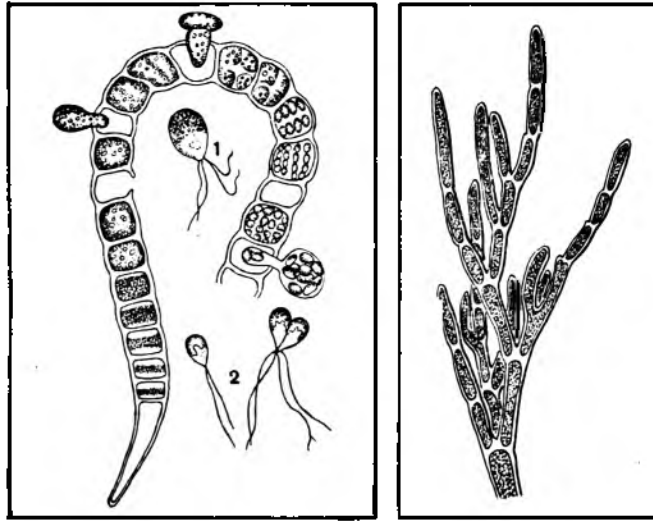
144. Кладофора.

К рис. 143

1 — зооспора;
2 — гаметы.

К рис. 144

Увеличение в 80 раз.



половым. Половое размножение у различных видов протекает по-разному: у одних — по типу изогамии, у других — по типу гетерогамии и у некоторых видов — по типу оогамии.

Кроме одноклеточных водорослей, к порядку вольвоксовых относятся еще колониальные формы, например вольвокс, или волчок — *Volvox globator* (рис. 142). Эта водоросль представляет собой шарообразную колонию клеток, расположенных одним слоем. Внутренность шара содержит слизь. Число клеток достигает 50 000. Очень крупные шары-колонии достигают величины булавочной головки и видимы невооруженным глазом. Живет вольвокс в пресных стоячих водоемах, непрерывно высыхающих лужах.

Большинство клеток вольвокса имеют по два жгутика, направленных наружу. Движения этих жгутиков приводят к перемещениям и вращению всей колонии. Между собой клетки соединяются плазмодесмами. В каждой клетке имеется ядро, цитоплазма, чашеобразный хроматофор и красный глазок; клетки имеют сходство с хламидомонадой. Не все клетки колонии одинаковы, — у вольвокса наблюдается дифференциация клеток. Одни клетки имеют жгутики и выполняют функции движения и питания вольвокса, другие не имеют жгутиков и выполняют функции размножения.

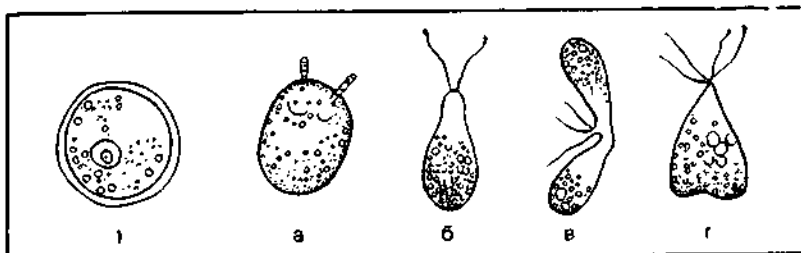
Размножается вольвокс вегетативным и половым путем. При вегетативном размножении некоторые клетки, расположенные на поверхности шара и лишенные жгутиков, делятся, а образовавшиеся дочерние клетки внутри слизистого шара формируют новые малые шары-колонии. Затем материнский шар распадается, погибает и дочерние шары начинают самостоятельное существование. Половое размножение вольвокса происходит по типу оогамии.

Типичным представителем для порядка улотриковых, или зеленых нитчаток, — *Ulothrichales*, является род улотрикс — *Ulothrix* (рис. 143). Это многоклеточная нитевидная водоросль, живущая в пресных проточных водах. Заросли улотрикса обычно покрывают зеленым слоем подводные камни и другие предметы. Клетки водоросли имеют ядро, цитоплазму и хроматофор в виде ленты с пиреноидом. Улотрикс прикрепляется к субстрату базальной бесцветной клеткой.

Порядок
Улотриковые

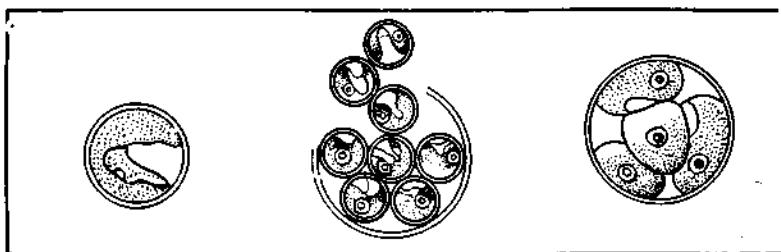
145. Хлорококк.

1 — одноклеточная водоросль;
 а — зооспора;
 б — гамета;
 в — копуляция гамет;
 г — зигота.
 Увеличение в 600 раз.



146. Хлорелла.

Слева — клетка водоросли,
 справа — автоспоры в клетке,
 в центре — выход автоспор из клетки.



Бесполое размножение совершается посредством зооспор. Половое размножение происходит по типу изогамии.

Другим представителем порядка зеленых нитчаток, или улотриковых, может быть названа водоросль рода кладофора — *Cladophora*. Это многоклеточная нитевидная ветвящаяся водоросль (рис. 144), живущая в пресной и морской воде и достигающая длины 1 м и более. Клетки кладофоры имеют много ядер. Бесполое размножение осуществляется посредством зооспор. Половое размножение протекает по типу изогамии, т. е. копуляции одинаковых двужгутиковых гамет.

Порядок Протококковые

Типичными представителями порядка протококковых — *Protozoocales* — являются виды рода хлорококк — *Chlorella*. Есть и колониальные виды. Хлорококк (рис. 145) — одноклеточная водоросль. Клетка имеет шаровидную форму, неподвижна. Клетка состоит из цитоплазмы, ядра, чашевидного постенного хроматофора с пиреноидом, целлюлозной оболочки. Живет хлорококк на сырой почве, коре деревьев, на влажных цветочных глиняных горшках. Бесполое размножение осуществляется посредством зооспор. Половое размножение происходит по типу изогамии.

Интересным представителем порядка протококковых является род хлорелла — *Chlorella*, виды которого живут в пресной воде, на влажной почве, на стволах деревьев, в симбиозе с животными (инфузориями, гидрами, червями) и грибами (лишайники). Клетки хлорелл размером от 5 до 20 м похожи на клетки хлорококков (рис. 146). Размножаются хлореллы не зооспорами, а автоспорами — безжгутиковыми спорами, которые еще в материнской клетке вырабатывают на себе целлюлозную оболочку. В течение суток клетка хлореллы способна давать от 4 до 16 дочерних клеток. Известно 9 видов рода хлореллы. Каждый из них имеет несколько штаммов, отличающихся своими свойствами.

Интересны хлореллы тем, что очень интенсивно фотосинтезируют и таким образом создают больше органического веще-

ства, чем другие зеленые, фотосинтезирующие растения. Поэтому есть смысл заниматься массовым разведением хлорелл для получения органического вещества как нового пищевого и промышленного сырья. Этот вопрос успешно разрешается на практике в СССР, США, Японии, Франции, Израиле, Венесуэле, ОАР и других странах.

Массовое выращивание хлореллы производится в деревянных и бетонных бассейнах под открытым небом. Оптимальной температурой для хлореллы является 25°. Урожай хлореллы в течение суток составляет до 200 кг/га, т. е. вдвое превышает урожай кукурузы. Собранный урожай хлореллы на 50% состоит из белков, на 22% — из жиров, на 12% — из углеводов, на 10% — из минеральных солей. Хлорелла содержит витамины А, В и С; витамина С в хлорелле вдвое больше, чем в лимонном соке.

В хлорелле обнаружен антибиотик хлореллин. 100 г сухой массы хлореллы может удовлетворить суточную потребность человека во всех витаминах, кроме витамина С, который теряется при сушке.

Приготовленная для человека различная пища — чай, печенье, суп, лапша, хлеб, мороженое и др. — с примесью хлореллы (6—10% сухой массы) имела хороший вкус. Опытное кормление цыплят и крыс сухой массой хлореллы дало прекрасные результаты. Хлорелла будет ценной в сельском хозяйстве как корм для скота, птицы и искусственно разводимых рыб. На сахарных и других заводах хлореллу успешно применяют как замечательный очиститель промышленных сточных вод. Раньше в этих ядовитых сточных водах рыба погибала, а теперь после их очистки посредством хлореллы рыба прекрасно себя чувствует. Хлорелла может давать много технического сырья.

Наконец, хлорелла в недалеком будущем в космическом корабле поможет создать замкнутый круговорот веществ, необходимый для обеспечения космонавтов пищей и кислородом в длительных полетах. Над этими вопросами задумывался выдающийся русский ученый, основоположник научной астронавтики К. Э. Циолковский. Он писал: «Как земная атмосфера очищается растениями с помощью Солнца, так может обновляться и искусственная атмосфера космического корабля».

Аналогичным роду хлореллы является род сценедесмус; его виды представляют такой же практический интерес, как и виды хлореллы.

Типичными представителями порядка сифоновых — Syphonales — являются виды рода вошерия — *Vaucheria*, рода каулерпа — *Caulerpa* — и рода ботридий — *Botrydium*. Для всех сифоновых водорослей характерно неклеточное строение тела. Все тело водоросли, иногда достигающее в длину 50—100 см, не имеет в себе клеточных перегородок, представляя единую полость.

Вошерии являются ветвящимися нитями (рис. 147), у которых на нижнем, прикрепляющемся к субстрату, конце имеются бесцветные выросты, ризоиды. В талломе много ядер, цитоплазма, мелкие хроматофоры. Живут вошерии в пресных водах.

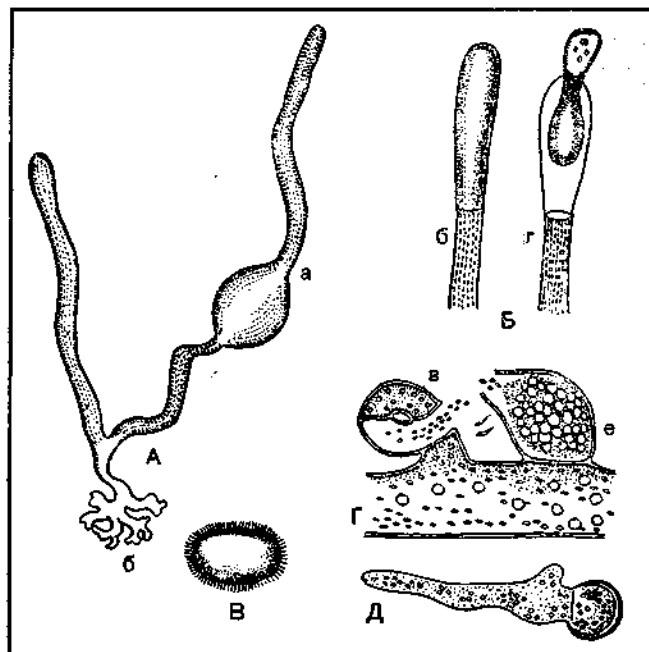
Бесполое размножение осуществляется посредством зооспор, имеющих помногу жгутиков. Зооспора (одна) созревает в расширившемся и отгородившемся перегородкой конце нити, называемом зооспорангием. Половое размножение проис-

Порядок Сифоновые

147. Вошерия.

А — молодая водоросль;
 а — остатки зооспоры, из которой выросла водоросль;
 б — ризоиды;
 Б — концы нитей, превратившиеся в зооспорангии;
 б — зооспорангий;
 г — из зооспорангия выходит зооспора;
 В — зооспора;
 Г — участок нити;
 д — антеридий;
 е — оогоний;
 Д — прорастающая зооспора.

Увеличение: А — в 60 раз, Б — в 100 раз, В — в 125 раз, Г — в 240 раз.



ходит по типу оогамии следующим образом. На нити водоросли образуются шарообразные оогонии и рядом с ними — вытянутые, изогнутые антеридии (см. рис. 147). Сперматозоид снабжен двумя жгутиками. Выйдя из антеридия, сперматозоиды проникают в оогонии и один из них сливается с яйцеклеткой. Зигота, называемая ооспорой, покрывается толстой оболочкой и через некоторое время делится и превращается в нить.

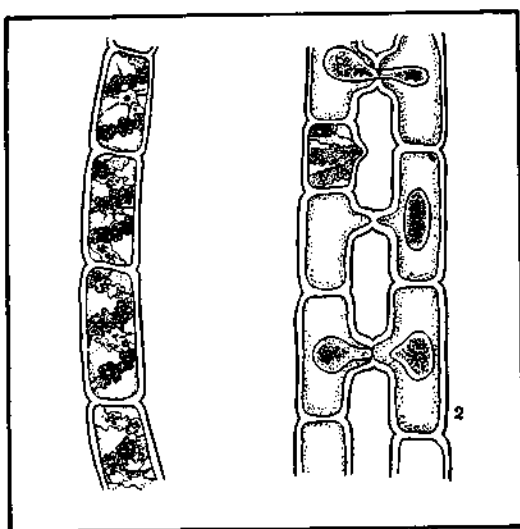
Виды рода каулерпа интересны своим сходством с высшими листостебельными растениями (см. рис. 12). Ризоиды водоросли напоминают корни, все тело водоросли напоминает ползучие стебли и листья. В действительности все тело водоросли неклеточное, образовано как бы одной гигантской клеткой, в которой местами наблюдаются укрепляющие клетку перекладки, не разделяющие организм на отдельные клетки. Некоторые каулерпы достигают в длину 100 см. Внутри водоросли имеется цитоплазма, много ядер, много мелких хромофоров.

Живут каулерпы в морской воде, в Средиземном и тропических морях. Размножаются вегетативно и половым путем; бесполого (зооспорами) размножения нет. Половое размножение изогамное.

Отличительной чертой видов рода ботридий — *Botrydium* — является разная длина жгутиков у зооспор. Водоросли имеют желтовато-зеленый цвет. Богаты маслом, которое откладывается как запасное питательное вещество. Водоросль имеет вид вытянутого пузырька, 1—2 мм в диаметре, неклеточного строения. Живет на сырой почве, по краям луж. Неподвижна. Нижняя часть вытянутого пузырька ветвится дихотомически и образует бесцветные ризоиды, которыми прикрепляется к почве. Имеет много ядер и мелких хромофоров.

148. Спирогира.

1 — часть водоросли;
2 — две конъюгирующие водоросли. Увеличение в 350 раз.



Размножается зооспорами, сотни тысяч которых образуются в нем после дождей. При засушливой погоде протопласт ботридиума переходит в ризоиды и там образует цисты, снова дающие при заливании водой многочисленные зооспоры.

Класс Сцеплянки — Conjugatae

Класс может быть представлен характерными для него нитчатыми водорослями рода спирогира — *Spirogyra*. Есть в классе сцеплянок и одноклеточные виды. Спирогиры являются длинными тонкими нитями, состоящими из клеток, расположенных в один ряд (рис. 148).

Клетка состоит из расположенного в центре ядра с ядрышком, цитоплазмы и характерного для спирогир хроматофора (или нескольких хроматофоров), имеющего вид спирально завитой ленты. В хроматофоре есть светлые пиреноиды, обычно окруженные крахмальными зернами; вакуоли наполнены клеточным соком; оболочка целлюлозная. Живут спирогиры в пресных водах, или свободно плавая в воде или прикрепляясь к камням, сваям и т. п. Иногда скопления спирогир достигают больших размеров.

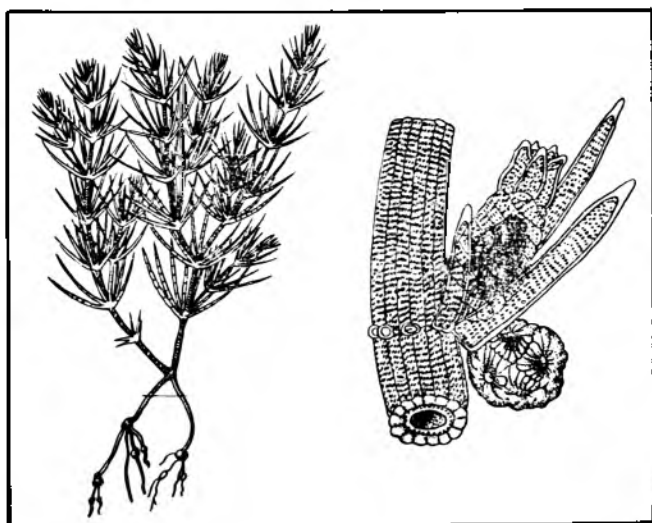
Размножаются спирогиры вегетативно, путем разрыва нити водоросли на части. Половое размножение происходит путем конъюгации клеток двух самостоятельных нитей, что характерно для спирогир и других видов сцеплянок. Две расположенные рядом нити спирогиры, не отличимые друг от друга по внешнему виду, обволакиваются слизью. Из клеток нити растут друг другу навстречу выросты (см. рис. 148), приходят в соприкосновение и образуют между клетками ход сообщения, через который протопласт одной клетки перемещается в другую. Оба протопласта и их ядра сливаются и образуют зиготу, вырабатывающую на себе три оболочки. После периода покоя зигота прорастает в новую дочернюю спирогиру. Перед прорастанием зиготы ее диплоидное ядро делится редукционным способом и дочерняя спирогира получает гаплоидное.

149. Лучица.

К рис. 149

Слева — общий вид растения, справа — часть таллома, несущая на себе оогоний (справа вверх) и антеридий (справа вниз).

Увеличение: слева — уменьшено в 2 раза, справа — увеличено.



Класс Лучицы, или харовые, — Charae

Этот класс может быть представлен характерной для него лучицей — *Chara fragilis*. Многоклеточное слоевище лучицы внешне похоже на листостебельное высшее растение (рис. 149). «Стебелек» лучицы достигает в длину 50 см, каждое его междоузлие состоит из одной разросшейся клетки, окруженной слоем клеток, словно корой. В узлах отходят боковые «веточки», в нижней части — ризоиды. Живут лучицы на дне спокойных пресноводных водоемов, образуя заросли в виде дернинок.

Размножаются лучицы или вегетативно, или половым путем. Вегетативное размножение осуществляется или посредством образования новых «побегов» — подобия корневищ, или посредством клубеньков, образующихся на ризоидах и на надземных узлах. Клубеньки дают новые дочерние организмы лучиц. Половое размножение протекает по типу оогамии. У основания «листочка» одного и того же растения развиваются многоклеточные антеридии и оогонии (см. рис. 149). Созревшие антеридии красного цвета. В них формируются многочисленные сперматозоиды, имеющие по два жгутика. В оогонии формируется одна крупная яйцеклетка. После оплодотворения зигота некоторое время находится в покое, а затем начинает прорастать, давая начало дочернему организму.

Познакомившись с разнообразными представителями обширного типа зеленых водорослей, можно прийти к заключению, что действительно это разнообразие проявляется очень широко. В типе зеленых водорослей мы встретили одноклеточные, колониальные, многоклеточные организмы и организмы неклоточные, внешне напоминающие листостебельные высшие растения, например каулерпа. В типе зеленых водорослей мы встретили клетки одноядерные (например, у хламидомонады) и многоядерные (например, у вошерии), слоевище простое, неветвящееся (например, у спирогиры) и сильно ветвящееся (например, у лучицы), водоросли подвижные в вегетативном состоянии (например, вольвокс) и неподвиж-

ные (например, хлорококк), отсутствие ризоидов (например, у улотрикса) и хорошо развитые ризоиды (например, у лучицы).

Процесс полового размножения у разных представителей зеленых водорослей очень разнообразен. Половое размножение протекает по типу либо изогамии (например, у улотрикса, хлорококков), либо гетерогамии (например, у некоторых видов хламидомонад), либо оогамии (например, у вольвоксов, вошерий и лучиц). Это разнообразие показывает нам в пределах типа зеленых водорослей эволюцию полового процесса, его усложнение в процессе развития.

По всем перечисленным выше признакам мы находим в типе зеленых водорослей организмы, изменяющиеся от простых к сложным, показывающие ход эволюции водорослей. Зооспоры хламидомонад и других водорослей поразительно сходны с наипростейшими представителями животного мира — жгутиковыми; лучицы удивительно сходны с листостебельными высшими растениями.

Тип Диатомовые водоросли—Diatomeae

Чтобы составить представление о диатомовых, или кремнистых, водорослях, познакомимся с типичным их представителем, пиннулярией зеленой — *Pinnularia viridis* (рис. 150). Эта одноклеточная водоросль микроскопически мала. Живет в пресных водах и на сырой почве. Пектиновая оболочка ее тверда, потому что в верхних слоях пропитана кремнеземом, и состоит из двух створок, надвигающихся одна на другую, как крышка на коробку. В протопласте клетки имеются ядро и хроматофоры, содержащие зеленый хлорофилл и бурый диатомин.

Размножается пиннулярия вегетативным и половым способом. При вегетативном размножении клетка делится. Две створки материнской клетки расходятся и по одной достаются дочерним клеткам. Каждая дочерняя клетка образует на одной своей обнаженной стороне новую створку, причем она оказывается меньше по размеру, чем створка, доставшаяся от материнской клетки. Таким образом, с каждым последующим делением получают все более и более мелкие клетки. Такое измельчение клеток прерывается половым размножением, при котором две мелкие клетки водоросли обволакиваются слизью, створки их раскрываются и протопласты сливаются в одну зиготу. Затем зигота покрывается одной сплошной растягивающейся оболочкой и растет, а по достижении первоначального крупного размера снова образует на поверхности две твердые створки.

Известно более 6000 видов диатомовых водорослей. Одни виды имеют вытянутую форму клетки и рисунок на створках, образованный массой поперечных полосок, как у пиннулярии зеленой. Другие виды имеют округлую или треугольную, или другую форму клетки (рис. 151). Есть виды, образующие колонии клеток.

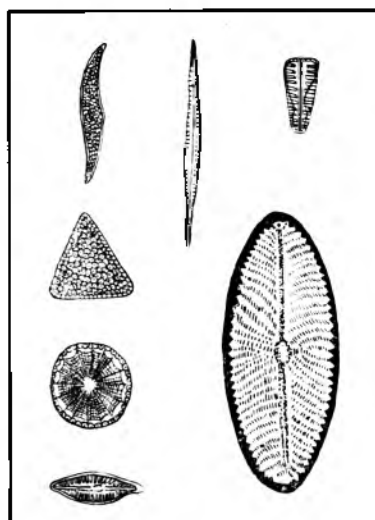
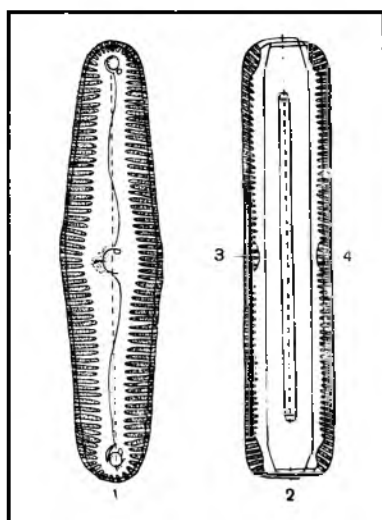
Диатомовые водоросли составляют главную массу планктона; встречаются и в бентосе, как в пресной, так и в со-

150. Пивнулярия зеленая.

151. Разные виды диатомовых водорослей.

К рис. 150

1 — вид со стороны створки;
2 — вид сбоку;
3 — внешняя створка;
4 — внутренняя створка.
Увеличение в 650 раз.



ленной воде. После смерти диатомовых водорослей их кремнеземовые панцири тонут и скопляются на дне водоема в таких громадных количествах, что образуют мощные залежи, осадочную горную породу. Залежи такого рода, образовавшиеся в прошедшие геологические периоды, называются трепелом и диатомитом. Из трепела готовят искусственные строительные камни; трепел применяется при полировании и для других целей.

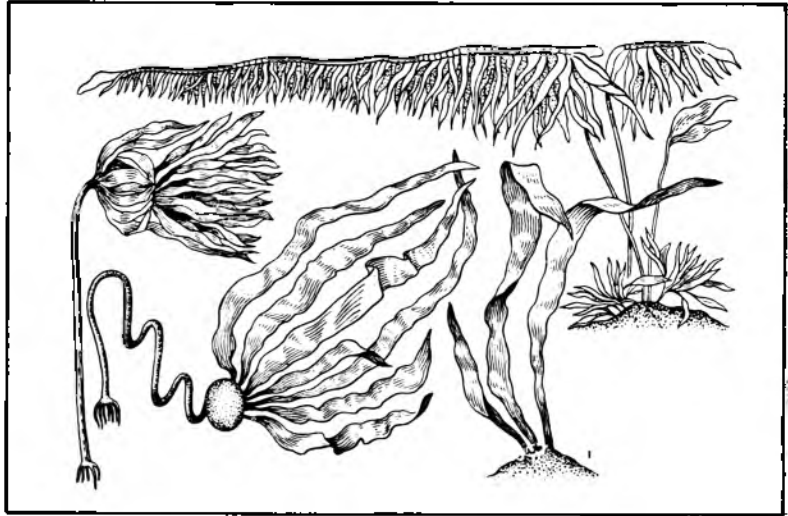
Тип Бурые водоросли—Phaeophyta

Бурые водоросли многоклеточны, достигают очень крупных размеров — до 60 м и более в длину. Клетки содержат в мелких хроматофорах пигменты: хлорофилл, каротин, ксантофилл и фукоксантин, бурый цвет которого и обуславливает окраску водорослей. Размножаются бурые водоросли вегетативным бесполом и половым путем. Живут в морях, образуя «леса» на дне моря. В Атлантическом, Тихом и Индийском океанах местами бурых водорослей настолько много, что они препятствуют судоходству. Известно около 1500 видов. Типичными представителями бурых водорослей являются ламинария сахарная и фукус.

Ламинария сахарная — *Laminaria saccharina* — имеет слоевище, расчлененное на ствол, достигающий 1 м в длину, и слизистую листовую пластинку, достигающую 1—13 м в длину (рис. 152). Все слоевище живет несколько лет, а листовая пластинка сменяется ежегодно. Ствол и листовая пластинка состоят из разных крупноклеточных и мелкоклеточных тканей — ассимиляционной, механической и запасочной. Живет водоросль в Белом, Баренцовом и других северных морях. Другие виды ламинарий живут в тихоокеанских водах Дальнего Востока и в Черном море. На

152. Разные виды водорослей из семейства ламинарий.

1 — ламинария сахарная (сильно уменьшено).



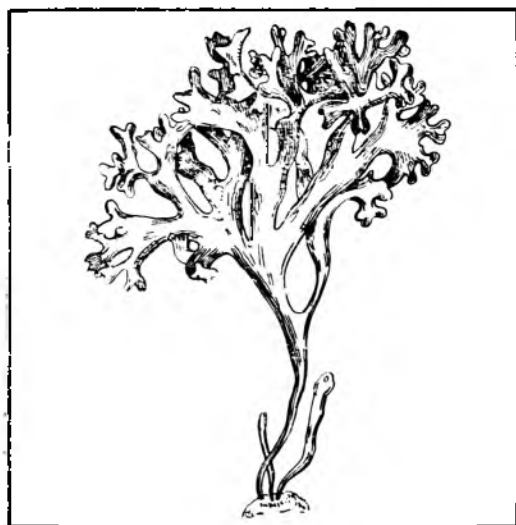
глубине 2—20 м образуются заросли водорослей, прикрепляющихся ризоидами к подводным камням прибрежной зоны моря.

Размножается ламинария сахарная бесполом и половым путем. При бесполом размножении на поверхности листовых пластинок развиваются одноклеточные спорангии, в которых происходит редукционное деление и созревают одноклеточные гаплоидные зооспоры с двумя разными жгутиками. Зооспоры, прорастая, дают разветвленные микроскопические нити, называемые заростками, представляющими половое поколение. На одних заростках образуются антеридии, в которых созревает по одному сперматозоиду, на других — оогонии, в которых образуется по одной яйцеклетке. После оплодотворения из образовавшейся диплоидной зиготы вырастает тело ламинарии. Таким образом, в цикле развития у ламинарии наблюдается ясно выраженное чередование поколений, причем спорофит (сама ламинария) значительно преобладает над гаметофитом.

Виды, принадлежащие к роду *Фукус*, имеют таллом в виде вытянутой темно-бурой пластинки, достигающей в длину 0,5 м и дихотомически ветвящейся. Нижний конец таллома прикрепляется к подводным камням. Размножение происходит следующим образом. На верхних концах таллома в углублениях формируются антеридии и оогонии, на разных растениях или на одном и том же. В каждом антеридии образуется по 64 сперматозоида, а в каждом оогонии — по 8 яйцеклеток. Созревшие антеридии и оогонии выпадают из углублений наружу и из них освобождаются сперматозоиды и яйцеклетки. Оплодотворение происходит в воде. Из оплодотворенной яйцеклетки сразу же, не вступая в период покоя, развивается таллом нового фукуса. Фукус является диплоидным. В антеридиях и оогониях происходит редукционное деление. Таким образом, очевидно выпадение гаплоидной фазы, соответствующей заросткам ламинарии. Гаплоидны здесь лишь половые клетки (гаметы).

В Китае, Японии и СССР некоторые виды ламинарии, или морскую капусту, употребляют в пищу (салаты, винегреты, икра, голубцы, мармелад и др.). Из пластинчатой

153. Багряная водоросль (сильно уменьшено).



части слоевища ламинарии готовится порошок, содержащий много йода и применяемый в медицине для лечения и профилактики атеросклероза и зоба. Из фукусов и многих других видов бурых водорослей добывается йод и калийное удобрение.

Тип Красные водоросли — Rhodophyta

Багряные, или красные, водоросли содержат в своих мелких хроматофорах, кроме хлорофилла, пигмент красного цвета — фикоэритрин и другие пигменты. Окраски этих пигментов обуславливают окраску водорослей в розовый, красный, синеватый и другие цвета. Известно около 4000 видов. Багряные водоросли многоклеточны, достигают значительной величины (до 2 м), их слоевище обычно так расчленено, что напоминает стебель и листья (рис. 153). Живут багряные водоросли в Черном и Белом морях, у берегов Индии, Китая, Японии, некоторые виды — в пресных водах.

Размножаются багряные водоросли бесполым и половым способом. Бесполое размножение совершается посредством голых неподвижных клеток, развивающихся в спорангиях. Половой процесс оогамный. Мужские половые клетки не имеют жгутиков и переносятся током воды. Эти водоросли не образуют подвижных (с жгутиками) клеток.

Представителями красных водорослей могут служить виды рода батрахоспермум — *Batrachospermum*, обитающие в пресных водах. Они синеватого цвета, имеют форму нити, на которой мутовками расположены короткие мелкие веточки, достигают в длину 15 см. Развивающиеся в спорангиях, при бесполом размножении, клетки называются моноспорами. Органы полового размножения называются карпогонами (женские) и антеридиями (мужские). Карпогон — клетка колбовидной формы, в нижней расширенной части имеющая ядро

и хроматофоры. Каждый антеридий образует одну мужскую половую клетку (соответствующую сперматозоиду), которая носит название спермация. Оплодотворение происходит в воде. После оплодотворения из карпогона во все стороны образуются выросты, формируется цистокарпий, похожий на плод малины. Из клеток цистокарпия образуются карпоспоры.

Красные водоросли используются для добывания растительного студня агар-агара, употребляемого в кондитерском производстве и в микробиологии для приготовления сред при выращивании микробов. Багряную водоросль порфиру в Японии употребляют в пищу.

Значение водорослей в природе

Водоросли формируют разнообразные экологические группы. В соленых и пресных водных бассейнах (моря, озера и т. п.) водоросли образуют огромные скопления, плавающие в поверхностных (до глубины 100 м) слоях водоема (планктон) или живущие на дне (бентос). Вся масса разнообразных видов водорослей, живущих в воде, в 10 раз превосходит массу разнообразных наземных видов растений.

По видовому составу водорослей, живущих в данном бассейне, можно судить о составе воды, так как разные виды водорослей очень чувствительны к различным органическим и неорганическим примесям к воде (биологический индикатор воды с санитарно-гигиеническими целями).

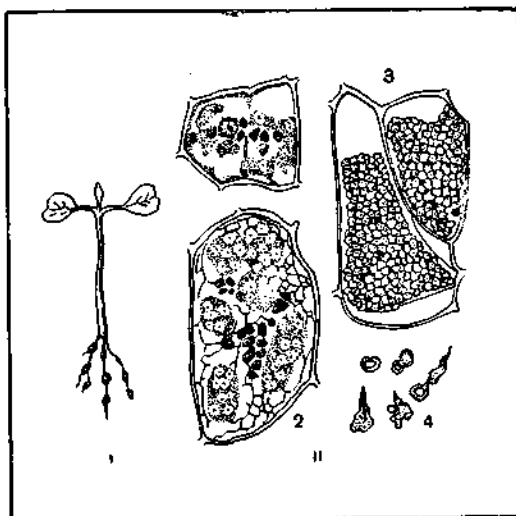
Роль водорослей в природе огромна. Планктон и бентос состоят в большей мере из водорослей. Водоросли синтезируют органическое вещество. Некоторые исследователи считают, что одни диатомовые водоросли синтезируют около 50% органических веществ, создаваемых вообще на Земле. Водоросли поедаются мелкими водными животными, которых в свою очередь поедают рыбы. Таким образом, планктон и бентос являются своего рода пастбищами для мелких морских животных, рыб и крупных морских животных вплоть до кита. В процессе фотосинтеза водорослями выделяется кислород, растворяющийся в воде и идущий на дыхание рыб и других водных животных.

Значение водорослей для человека

Водоросли имеют большое экономическое значение в жизни человека. Как уже упоминалось, многие виды водорослей употребляются в пищу в Японии, Китае, Индии, Англии, Ирландии, Франции, Норвегии, СССР и других странах. В Японии, Китае, Индии издавна употребляются в пищу некоторые виды багряных водорослей, несущие собирательное название морского салата; так же широко известна морская капуста — виды бурых водорослей из рода ламинарий. В Японии употребляют в пищу синезеленые водоросли, накапливающиеся под поверхностным слоем почвы. Переработка водорослей как пищевого продукта проводится на заводах в широком масштабе. Из багряных водорослей добывается агар-агар, используемый в пищевой промышленности для выработки мармелада, желе и других продуктов.

154. Плазмодиофора.

I — капустная рассада, корни которой поражены килем;
II — плазмодиофора;
1, 2 — клетки корня капусты, наполненные плазмодием;
3 — клетки наполненные спорами;
4 — споры и их прорастание.



Из бурых и багряных водорослей добывают йод и бром, а также калийные соли (в золе одного из видов ламинарий содержится около 3% йода и 25% углекислого калия). Водоросли богаты витаминами. Из ламинарий и других водорослей добывают клей, употребляемый в текстильной и бумажной промышленности для проклеивания тканей, бумаги и др. Этим клеем покрывают бетонные сооружения, станки, металл, древесину и пр., так как он образует пленку, предохраняющую от коррозии и гниения.

Сухая перегонка водорослей дает уголь, смолу, метиловый спирт, ацетон и др. Трепел диатомовых водорослей, как уже упоминалось, дает строительный камень, используется при полировании и для других целей.

В приморских областях водоросли употребляются для корма лошадей, коров, свиней и для удобрения полей как органическое удобрение. Для этих целей используются водоросли, выбрасываемые на берег приливами и штормами. Водоросли планктона и бентоса (синезеленые, зеленые, диатомовые и др.), оседая на дно водоема, образуют отложения органического ила, называемого сапропелем. Есть места, где отложения сапропеля достигают в толщину 7 м. Сапропель используется в химической промышленности, в сельском хозяйстве для корма свиней и домашней птицы и в медицине для грязелечения. Сапропель применяется и как строительный материал, так как, засыхая, превращается в твердый монолит. В СССР имеются огромные залежи сапропеля.

Тип Слизевки, или Миксомицеты, — Мухорphyta

Слоевище слизевиков является голый массой протоплазмы с большим количеством ядер. Протоплазматическая масса способна двигаться посредством ложноножек (псевдоподий), подобно амebe (амебоидное движение). Хлорофилла нет. Такое

тело слизевика называется плазмодием. Насчитывают около 300 видов слизевиков. Некоторые виды их являются сапрофитами, а некоторые — паразитами. Примерами паразитирующих слизевиков могут быть плазмодиофора, вызывающая заболевание капусты, которое называется капустной киллой, и спонгоспора, вызывающая заболевание клубней картофеля, называемое порошистой паршой.

Плазмодиофора — *Plasmodiophora brassicae* — паразитирует на капусте и других крестоцветных растениях, вызывая на корнях опухоли, состоящие из разросшейся паренхимы (рис. 154). Размножение происходит следующим образом. В плазмодии ядра делятся редукционно и плазмодий разделяется на массу спор с одним ядром в каждой. После сгнивания растения споры слизевика остаются в почве и сохраняют свою жизнеспособность в течение 4 лет. При благоприятных условиях из спор образуются зооспоры и проникают через корневые волоски в корни поражаемого растения. Борются с плазмодиофорой известкованием почв, дезинфекцией почвы формалином и другими фунгицидами.

Спонгоспора — *Spongospora subterranea*, паразитирующая на клубнях картофеля, вызывает на них язвы, наполненные темной порошистой массой. Масса эта состоит из спор, посредством которых происходит размножение паразита. Порошистая парша — широко известная болезнь картофеля; особенно она распространена в западных областях СССР.

Тип Грибы—Fungi, или Mycetes

Существенным отличием грибов от водорослей является отсутствие у грибов хлорофилла и вообще пластид и вследствие этого неспособность фотосинтезировать. Поэтому грибы являются гетеротрофными организмами, сапрофитами или паразитами. Живут в живых и мертвых тканях растений и животных (древесине, коре, коже и др.), в перегнойных почвах, содействуя разложению их органических веществ, в сожительстве с концами корней высших растений (микориза), в сожительстве с водорослями (лишайник). Грибы могут жить, поскольку не фотосинтезируют, в темноте (внутри тела хозяина, в темном подвале и т. п.).

Внешние грибы имеют вид налетов, корочек, плесневидных или подобных паутике пятен. Тело грибов состоит из тонких (толщиной 1—15 μ) и длинных (длиной до нескольких метров) нитей, называемых гифами. Масса переплетающихся гиф, составляющих тело гриба, называется мицелием, или грибницей. Питание гриба происходит путем впитывания (осмотически) гифами органических и неорганических веществ из субстрата, в который погружен мицелий. Запасные углеводы накапливаются грибами в виде животного крахмала, гликогена (а не крахмала, как у водорослей и высших растений). Часто в клетках наблюдаются капли масла.

Клетки, кроме цитоплазмы, содержат одно, два или много мелких ядер. Оболочки клеток у большинства белковые, содержащие хитин, что свойственно животным (насекомым и др.).

Размножаются грибы вегетативно, бесполом (зооспорами и спорами) и половым (по типу изогамии и по типу оогамии) путем.

Известно около 100 000 видов грибов. Тип грибов делится на 5 классов: 1) архимицеты; 2) грибоводоросли (фикомицеты); 3) сумчатые грибы (аскомицеты); 4) базидиальные грибы (базидиомицеты); 5) несовершенные грибы. Архимицеты и грибоводоросли относятся к низшим грибам, а сумчатые, базидиальные и несовершенные грибы — к высшим. Главнейшими признаками, характеризующими низшие грибы, являются отсутствие членистого мицелия (неклеточное строение) и полового спороношения. Главнейшим признаком высших грибов является разделение гиф поперечными клеточными перегородками, т. е. клеточное строение мицелия.

Происхождение грибов не выяснено. Возможно, они берут свое начало от водорослей или жгутиковых.

Класс Архимицеты — Archimycetes

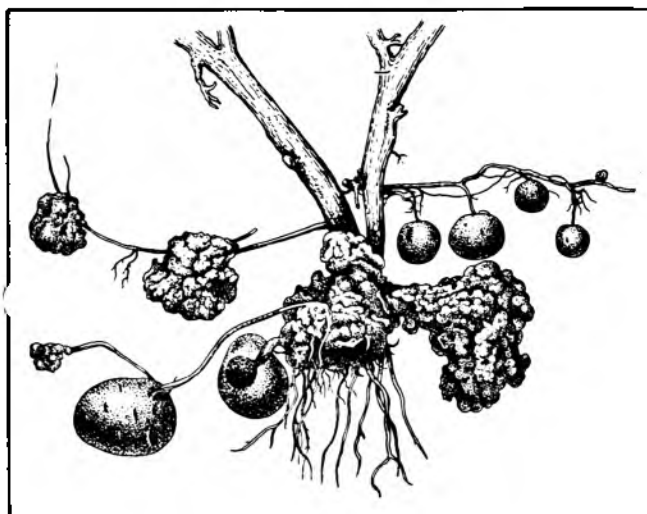
Наиболее древний и примитивный класс грибов. Одним из типичных для класса является возбудитель картофельного рака — *Synchytrium endobioticum*, который паразитирует на клубнях картофеля и может полностью уничтожить его урожай. Тело этого гриба состоит не из мицелия, как обычно у грибов, а из плазмодия, т. е. протоплазматической массы с многочисленными ядрами. Эта протоплазматическая масса разрастается внутри картофельного клубня, используя отложенные в его клетках питательные вещества и вызывая болезненное разрастание тканей клубня в виде бурых губчатых наростов (рис. 155).

Весной и в начале лета через каждые 12—14 дней из многоядерного плазмодия образуются спорангии, в которых развивается помногу одноклеточных зооспор, выходящих наружу и распространяющихся в почвенной воде. Микроскопически мелкие зооспоры легко могут плавать в почвенной воде, между комочками почвы. Так распространяется картофельный рак от одного больного клубня по всему картофельному полю. Зооспора при передвижении наталкивается на непораженный клубень картофеля, проникает в него в месте глазка и переходит в амeboидное состояние, разрастаясь в плазмодий. Так продолжается всю весну, лето и осень. Если зооспора не встретит в почве картофельного клубня, она погибает.

Летом некоторые из вышедших из спорангиев зооспор сливаются по две, являясь гаметами, и образуют зиготы, которые, так же как зооспоры, внедряются в непораженный клубень и превращаются там в зимние цисты. После распада пораженного клубня зимние цисты попадают в почву, где и могут сохраняться до 20 лет. Зимняя циста является микроскопически малой (20—80 м в диаметре) округлой клеткой, одетой толстой оболочкой. Весной, при благоприятных условиях, в зимней цисте обычно развивается масса одноклеточных зооспор, выходящих из нее и распространяющихся в почве, как уже говорилось выше.

Микроскопически малые зимние цисты легко могут распространяться с землей, приставшей к корнеплодам, здоровым клубням картофеля, обуви и т. п. Поэтому меры борьбы

155. Картофель, пораженный раком. Видны здоровые и пораженные раком клубни.



с картофельным раком прежде всего заключаются в карантине, т. е. запрете вывоза из зараженного района корнеплодов и клубней, на которых могут быть зимние цисты.

Посредством специальной химической обработки почвы убиваются зимние цисты. В областях, где обнаружены очаги рака картофеля, сажают только ракоустойчивые его сорта. Благодаря постановлениям Совета Министров СССР и принятым решительным мерам борьбы в настоящее время картофельный рак в СССР искоренен.

В классе архимизетов, кроме возбудителя картофельного рака, известны еще виды, приносящие вред сельскому хозяйству. Это ольпидий — *Olpidium brassicae*, паразитирующий на капустной рассаде и вызывающий ее заболевание — черную ножку, вследствие которого стебель в области корневой шейки чернеет, высыхает и рассада гибнет. Есть виды, вызывающие паршу картофеля и другие заболевания растений.

Класс Грибоводоросли, или Фикомицеты, — *Phycomycetes*

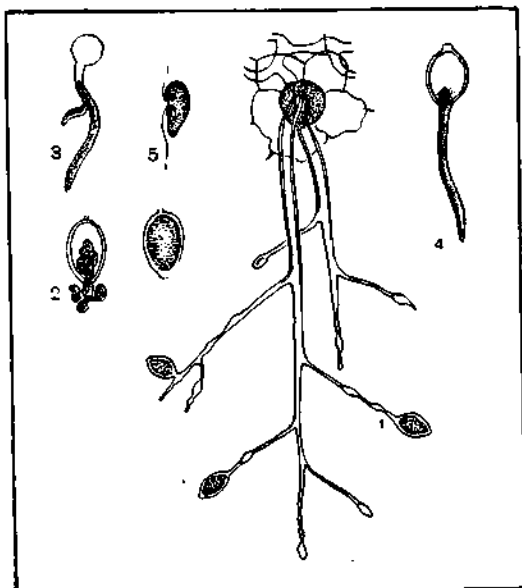
Грибы этого класса имеют неклеточную, хорошо развитую грибницу. Размножаются бесполым (зооспорами и спорами) и половым путем. Половой процесс оогамный (в порядке оомицетов) и особый, зигогамный (в порядке зигомицетов), при котором сливаются протопласты концов двух гиф. В классе насчитывают сотни видов.

Типичными представителями класса из порядка оомицетов — *Oomycetales* — являются: фитофтора — *Phytophthora infestans*, паразитирующая на листьях и клубнях картофеля, и плазмодара — *Plasmopara viticola*, вызывающая болезнь милдью, поражающая листья, стебли и ягоды винограда. Типичным представителем из порядка зигомицетов — *Zygomycetales* — является головчатая плесень — *Mucor mucedo*, вызывающая порчу плодов, овощей, хлеба, а также живущая в почве.

Порядок
оомицеты

156. Фитофтора.

1 — спорангии на концах гиф (спорангиеносцах), выходящих из устьица листа;
 2 — выход зооспор из спорангия;
 3 — из зооспоры растут гифы;
 4 — из спорангия (конидии) растет гифа;
 5 — двужгутиковая зооспора.
 Увеличение: 1 — в 180 раз, 2 и 4 — в 540 раз, 3 и 5 — в 1000 раз.



Картофель фитофторой поражается так. Сначала на нижней стороне листьев появляются желтые пятна, потом они чернеют и, при сырой погоде, гниют, превращаясь в зловонную массу. Так же сгнивают клубни. Болезнь называется картофельной гнилью. Грибница паразитирующего гриба разрастается в межклетниках и клетках картофельного листа. Бесполое размножение осуществляется посредством спорангиев, образующихся на концах гиф гриба, выходящих наружу через устьица листа (рис. 156). Созревшие спорангии отваливаются от гиф и разносятся ветром. Попадая на здоровый лист, в воде (в дождливую погоду) спорангий прорастает, т. е. в нем образуются двужгутиковые зооспоры, выходящие из него и дающие новые гифы, проникающие через устьица в непораженный лист. Гриб перезимовывает в виде грибницы в почве и внутри картофельных клубней, из которых на следующую весну вырастают уже больные растения. Половой процесс у этого гриба не наблюдался.

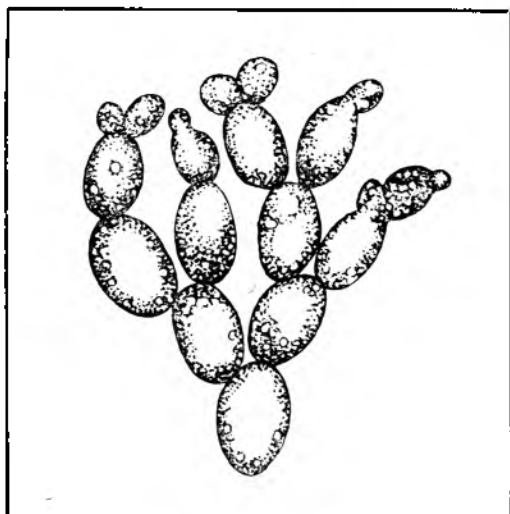
Порядок Зигомицеты

Головчатая плесень — *Mucor mucedo* из порядка зигомицетов имеет нечленистый мицелий, из которого вверх вырастают спорангиеносцы, имеющие на концах шарообразные спорангии.

Зрелые спорангии лопаются, многочисленные споры выпадают и разносятся ветром. Так, совершается размножение головчатой плесени бесполом путем, спорами. Половое же размножение происходит путем зигогамии, что является характерным для представителей порядка зигомицетов. Зигогамия происходит следующим образом. Из разных (гетероталлизм) мицелиев растут друг другу навстречу гифы, на концах которых отделяются клетки (гаметангии), которые, придя в соприкосновение, сливаются и образуют зиготу. Копулирующие клетки (гаметангии) и давшие их мицелии внешне ничем не отличаются, но физиологически различны и обычно обозначаются знаком + и —.

Впоследствии из зиготы образуется так называемый зародышевый спорангий, в котором протекает редукционное деление*

157. Почкование дрожжевых грибов.



ние. Следовательно, все созревающие в зародышевом спорангии споры гаплоидны. Спора, попав в благоприятные условия, прорастает и дает начало новому (гаплоидному) мицелию плесневого гриба Мисог.

Класс Сумчатые грибы, или Аскомицеты, — Ascomycetes

Имеют многоклеточную грибницу. Размножение происходит бесполом (конидиями) и половым путем. При половом размножении споры образуются в сумках (асках), почему и грибы этого класса получили название сумчатых. В классе сумчатых грибов насчитывается около 25 000 видов (некоторыми систематиками насчитывается до 37 000 видов).

Порядок Первично сумчатые

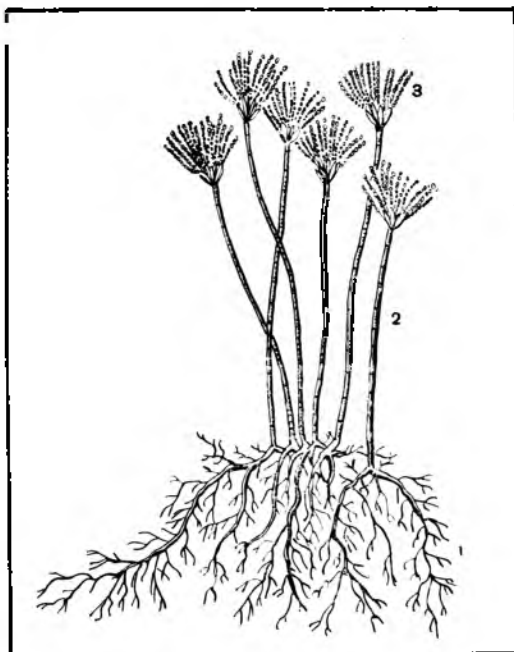
Виды рода дрожжевых грибов — *Saccharomyces* — являются наиболее примитивными в классе сумчатых грибов и относятся к порядку первично сумчатых — *Protascales*. Большинство видов не имеет грибницы. Тело их состоит из одиночных овальных одноядерных клеток. Размножаются очень быстро почкованием (рис. 157). Если питательная среда, в которой живет гриб, истощается, то гриб начинает образовывать сумки со спорами, т. е. дрожжевая клетка превращается в сумку. У некоторых видов дрожжевых грибов клетки делятся (а не отпочковываются) и наблюдается половое размножение (путем слияния клеток).

Дрожжевые грибки обладают свойством вызывать спиртовое брожение, если попадают в содержащую сахар среду. Сахар разлагается на спирт и углекислоту. В природе дрожжевые грибки встречаются на поверхности сладких плодов и на нектарниках (виноград и т. п.). Известны виды: пивные дрожжи, винные дрожжи и др.

Пивные дрожжи, или хлебные дрожжи — *Saccharomyces cerevisiae*, имеют большое практическое значение: они применяются в пивоварении и хлебопечении. При брожении в тесте выделяющаяся углекислота делает тесто пористым (тесто «всходит»). Пивные дрожжи богаты витаминами и потому применяются в медицине как лекарство.

158. Пенициллиум.

1 — грибница;
2 — конидиеносцы;
3 — конидии.
Увеличение в 300 раз.



Винные дрожжи используются при изготовлении виноградного, плодового и фруктового вина.

Дрожжевые грибки (*Blastomyces*) могут вызывать болезнь слизистых оболочек — молочницу (главным образом у младенцев). Молочница может распространяться и на внутренние органы.

Порядок
Плектасковые

Важнейшими представителями этого класса, относящимися к порядку плектасковых — *Plectascales*, являются виды родов пеницилл и аспергилл.

Виды рода пеницилл, или кистевик, — *Penicillium* (рис. 158), живут в почве и в виде сизой или зеленой плесени на хранящихся плодах, овощах, хлебе, варенье, чернилах, коже и т. п. Виды, живущие в почве, выполняют важную роль в круговороте вещества, ускоряя разложение трупов растительных и животных организмов. Виды, живущие на плодах, овощах и др., вызывают их порчу при хранении. Есть виды, например пеницилл золотистый — *P. chrysogenum*, вырабатывающие антибиотик пенициллин, убивающий или угнетающий кокковую флору, возбудителей сифилиса, столбняка, газовой гангрены — и с успехом применяющийся при лечении различных инфекционных заболеваний.

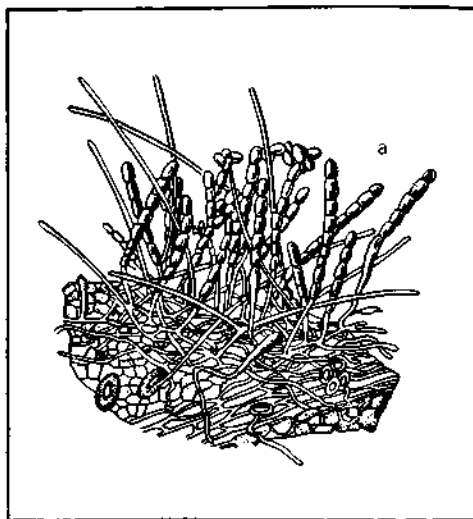
Первыми, кто наблюдал в 70-е годы XIX столетия лечебные свойства пеницилла, были русские ученые В. А. Манассеин и А. Г. Пслотобнов. В СССР, начиная с 40-х годов текущего столетия, пенициллин, как и другие антибиотики, получается в большом количестве и в настоящее время развилась мощная промышленность антибиотиков.

Некоторые виды пеницилла используются для приготовления сыра (например, *P. roqueforti* — для приготовления сыра рокфор).

Размножение у видов пеницилла происходит главным образом бесполым путем: из грибницы вырастают многоклеточные конидиеносцы, ветвящиеся на концах. Конечные клетки этих

159. Грибница мучнистой росы злаков на поверхности листа.

а — цепочки конидий на конидиеносцах.



разветвлений (стеригмы) образуют цепочки конидий (см. рис. 158). Конидии и есть споры бесполого размножения и средство распространения.

Редко у этих грибов наблюдается половое размножение, которое протекает следующим образом. На концах гиф образуются антеридии и оогонии, которые затем срастаются друг с другом и содержимое антеридия переходит в оогоний. Оогонии образуют двухъядерные гифы, на концах которых формируются сумки. В этих сумках совершается слияние находившихся там ядер и образование зигот. Зиготы делятся сначала редукционно, затем митотически и из каждой образуется восемь гаплоидных ядер. Вокруг каждого из восьми ядер формируется, из содержимого сумки, спора (аскоспора). Концы гиф, в которых протекает описанный процесс созревания аскоспор, срастаются с вегетативными гифами и образуют плотное сплетение гиф, называемое плодовым телом. У пенициллиума плодовое тело замкнутое и аскоспоры освобождаются вследствие разрыва плодового тела, называемого клейстокарпием.

Вид рода аспергилл — *Aspergillus*, аспергилл дымчатый, или леечный гриб дымчатый — *A. fumigatus*, вырабатывает антибиотик фумагиллин, применяемый в медицине при лечении амёбной дизентерии и используемый для борьбы с ноземой пчел. Плесень *A. niger* сбрасывает сахар в лимонную кислоту и используется при промышленном ее получении.

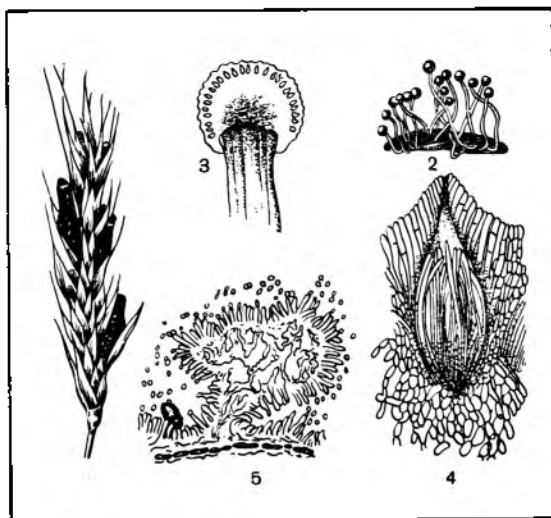
Гриб сферотека — *Sphaerotheca mors uvae*, или американская мучнистая роса, относится к порядку периспориевых — *Perisporiales*, паразитирует на побегах и ягодах крыжовника, смородины и других растений. В начале лета на молодых побегах появляются белые налеты, похожие на паутину. Это грибница, распространяющаяся на поверхности поражаемого органа. Грибница не внедряется внутрь тканей органа, а только местами образует присоски, проникающие в клетки кожицы. Позже грибница становится бурого цвета.

Бесполое размножение гриба осуществляется посредством конидий, образующихся на конидиеносцах. Созревшие

Порядок
периспориевые

160. Спорынья.

- 1 — рожки-склероции в колосе ржи;
 2 — склероций со стромами;
 3 — продольный разрез через головку стромы, под поверхностью которой виден ряд плодовых тел;
 4 — продольный разрез через перитеций; видны вытянутые сумки;
 5 — конидии, образующиеся на концах гиф.



конидии разносятся ветром на непораженные органы и растения и там прорастают, образуя грибницу. Так распространяется гриб в течение лета.

Половое размножение гриба осуществляется подобно рассмотренному выше процессу у пенициллиума.

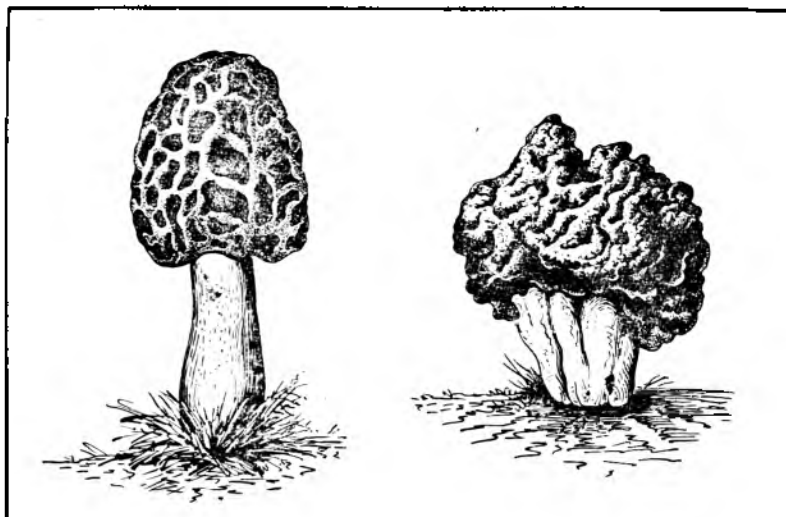
Образуются закрытые плодовые тела, в которых в сумках созревают аскоспоры. Плодовые тела с аскоспорами в сумках зимуют на опавших листьях и ягодах. Весной плодовые тела вскрываются, аскоспоры выходят наружу, переносятся ветром на молодые побеги растений и на них образуют грибницу.

Известны грибы и других видов и родов, также, подобно мучнистой росе крыжовника, паразитирующие на других растениях, например мучнистая роса злаков — *Erysiphe graminis* (рис. 159), мучнистая роса роз — *Sphaerotheca pannosa*, мучнистая роса дуба — *Microsphaera alphitoides*, мучнистая роса винограда — *Uncinula spiralis* и др.

Порядок Пиреномицеты

Гриб спорынья, или маточные рожки, или черные рожки, — *Claviceps purpurea*, относятся к порядку пиреномицетов — *Pyrrenomycetales*, паразитируют на ржи и других злаках. В колосьях гриб образует крупные, 1—3 см длины, черно-фиолетовые (рис. 160) плотные сплетения сухих гиф грибницы, называемые рожками, или склероциями. Склероции опадают на землю и зимуют. Весной из склероция вырастает несколько красно-фиолетовых шаровидных головок на ножках, являющихся стромами гриба. На стромах имеется много отверстий, ведущих в маленькие замкнутые кувшиновидныеместилища (перитеции), являющиеся плодовыми телами. На дне такого перитеция находятся продолговатые сумки, несущие по 8 нитевидных аскоспор. Когда споры созревают, сумка лопается, споры высыпаются наружу, подхватываются ветром и, попав на рыльце цветка ржи, прорастают, образуя гифы грибницы. Грибница разрастается в завязи. Затем гифы вырастают наружу и на концах своих образуют конидиеносцы, содержащие конидии, одновременно выделяя сладкую жидкость, называемую медвяной росой. Насекомые привлекаются сладкой жидкостью и переносят прилипшие к ним конидии на другие здоровые цветки, заражая

161. Сморчок (слева) и строчок (справа).



их спорыньей. Разросшаяся грибница в пораженном спорыньей цветке образует новые рожки — склероции, которые осенью опадают на землю и зимуют, повторяя следующей весной новый цикл.

В СССР спорынья встречается всюду, где произрастают хлебные злаки.

Если при молотье склероции попадают в зерно и, при помоле, в муку, то из такой муки получается ядовитый хлеб, потому что склероции содержат ядовитые алкалоиды, среди которых алкалоид эрготамин вызывает судорожное сокращение мышц и, при сильном отравлении, так называемые злые корчи, иногда приводящие к смерти. В небольших дозах склероции спорыньи применяются в акушерско-гинекологической практике под названием *Secale cornutum*. Борьба со спорыньей в сельском хозяйстве заключается в отделении склероциев спорыньи при очистке, сортировке зерна, в осенней перепашке поля с целью глубокого запахивания склероциев спорыньи.

Для медицинских целей спорынью разводят на ржи (в изолированных условиях) в искусственной культуре.

Гриб сморчок — род *Morchella* — является съедобным грибом порядка *дисконицетов* — *Discomycetales*. Живет он в сосновых лесах, в земле. Его плодовое тело весной вырастает над землей в виде ножки и конической шляпки, на поверхности которой имеется много углублений, расположенных, подобно пчелиным сотам (рис. 161). В этих углублениях, а в пещерках, открыто расположены сумки, в которых созревают споры.

Есть похожие на сморчки грибы строчки (см. рис. 161) из рода *Helvella*. Необходимо помнить, что строчки ядовиты, но могут употребляться в пищу после того, как их проварят не менее 5 минут в кипятке; при этом растворяется в воде ядовитая гельвелловая кислота, содержащаяся в грибе.

Грибы из рода *трюфелей* — *Tuber* — являются ценными съедобными грибами; их плодовое тело образуется в земле в виде темных клубней, похожих на картофельные клубни. Живут в дубовых лесах.

Порядок
Дискомицеты

162. Шампиньоны.



Класс Базидиальные грибы, или Базидиомицеты, — Basidiomycetes

Тело грибов состоит из многоклеточной разветвленной грибницы. Большинство наших съедобных грибов относится к базидиальным грибам. Размножаются они базидиоспорами. В настоящее время известно около 30 000 видов базидиальных грибов.

Порядок
Гименомицеты

Типичным представителем базидиальных грибов является ценный съедобный гриб шампиньон, или печерица, *Psalliota campestris*, относимый к семейству пластинниковых — Agaricaceae — порядка гименомицетов — Hymenomycetales. Грибница гриба живет в земле, питаясь, как всякий сапрофит, мертвыми органическими веществами.

Размножение гриба происходит следующим образом. Из грибницы над поверхностью почвы вырастает плодовое тело в виде ножки и шляпки (рис. 162), которые в быту считаются собственно грибом. Плодовое тело состоит из плотно переплетенных гиф. На нижней стороне шляпки имеются радиально расположенные пластинки, на поверхности которых вырастают вытянутые клетки — базидии, образующие наружно 4 споры (базидиоспоры) (рис. 163). Зрелые споры высыпаются из шляпки и разносятся ветром. Спора, попав в благоприятные условия, прорастает, т. е. из нее растет грибница. Так распространяется гриб.

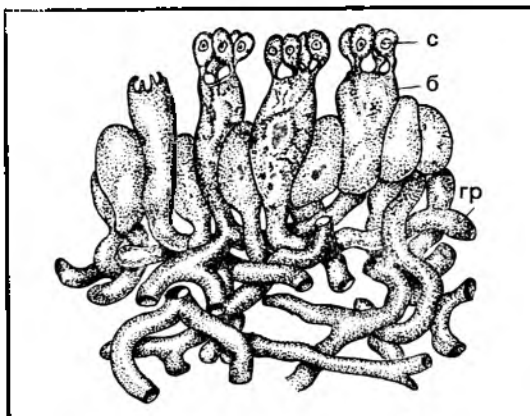
Грибница живет много лет, поэтому плодовые тела из нее образуются ежегодно в одном и том же месте. Существуют так называемые грибные места, в которых ежегодно можно собирать съедобные грибы.

Подобно шампиньону, образуют базидии на пластинках с нижней стороны шляпки следующие грибы: рыжик, груздь, опенок, сыроежка, мухомор. Другие грибы, например белый, подберезовик, подосиновик, масленок, трювик, на нижней стороне шляпки имеют трубочки, на внутренней поверхности которых образуются базидии.

Ценные виды грибов — шампиньоны — разводят в хозяйстве, высевая в хорошо удобренную навозом почву грибницу гриба. В крупных городах так разводят грибы в темных подвалах. Так разводят шампиньоны, например, в шахтах Львовско-Волынского угольного бассейна, собирая почти ежедневно урожай в течение 3—4 месяцев. При длительном хранении или поражении червями съедобных грибов в них происходит

163. Базидии с базидиоспорами.

с — спора;
б — базидия;
гр — грибница.
Увеличение в 700 раз.



распад белков и накопление ядовитых продуктов этого распада, что делает их ядовитыми.

Есть виды грибов, дающие ядовитые плодовые тела (мухомор, бледная поганка, сатанинский гриб и др.). Отравление ядовитыми грибами, например бледной поганкой (рис. 164), содержащей яд фаллин, часто приводят к смертельному исходу. При отравлении бледной поганкой смерть наступает через 7—24 часа после употребления гриба в пищу. Одного гриба бледной поганки достаточно для отравления 5—6 человек.

О симбиозе (микоризе) определенных видов базидиальных грибов с определенными видами семенных растений уже говорилось выше.

Одним из типичных представителей базидиальных грибов является домовый гриб — *Merulius lacrimans* — из семейства трутовиковых — *Polypogaceae*, порядка гименомицетов. Грибница этого гриба развивается в древесине построек (доски, столбы и т. п.) и мертвых деревьев в лесу и очень быстро (в несколько месяцев) разрушает древесину. Плодовое тело гриба образует на поверхности древесины в виде больших тонких лепешек. На верхней поверхности плодового тела образуются базидии, составляющие целый слой, называемый гимением. Домовый гриб приносит большие убытки, разрушая деревянные постройки. Поскольку он развивается во влажной среде, к мерам борьбы с ним относятся удаление сырости, вентиляция, пропитывание и промазывание древесины такими антисептиками, как креозотовое масло, карболинеум и др.

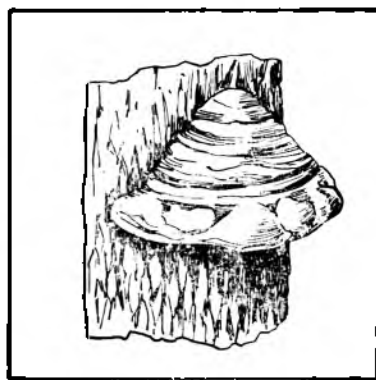
Другие виды семейства трутовиков паразитируют в стволах деревьев и образуют на поверхности стволов плодовые тела копытообразной формы (рис. 165). На нижней стороне плодового тела имеются мелкие трубочки, в которых образуются на базидиях споры, выпадающие после созревания наружу.

Лиственничная губка, или агарик, или трутовик лекарственный — *Fomitopsis officinalis* Bond. et sing. или *Fomes laricis* Murr., или *Polyporus officinalis* Fries, гриб, паразитирующий на стволах хвойных деревьев, преимущественно лиственниц. Плодовое тело многолетнее, беловатое, бороздчатое, 20—30 см в длину и 8—16 см в ширину (см. рис. 165). В СССР произрастает в Сибири, на Дальнем Востоке и в северо-восточных районах Европейской части СССР.

164. Бледная поганка.



165. Плодовое тело гриба лиственничная губка (уменьшено).



Плодовое тело гриба, содержащее агарициновую кислоту (агарицин), заготавливается весной и в начале лета. В медицине применяется настой лиственничной губки и агарицина.

Таблетки или экстракт, или настой плодовых тел гриба чаги, или «березового гриба» — *Inonotus obliquus* Pil., или *Polyporus obliquus*, применяются в медицине как противораковое средство. Плодовые тела гриба собираются только с берез.

Порядок Головневые грибы

Существует много (около 700) видов базидиальных грибов, из порядка головневых — *Ustilaginales*, паразитирующих как на наших зерновых культурах, так и на дикорастущих растениях и вызывающих у них заболевание головней. Например, пыльная головня пшеницы — *Ustilago tritici*. При колошении пшеницы можно заметить деформированные темные, как бы обожженные колосья (рис. 166). Они имеют вид обгорелой головни потому, что жившая в их тканях грибница ко времени колошения распалась на массу (миллионы) мельчайших черных спор (хламидоспоры). Споры эти высыпаются из разрушенных частей колоса, разносятся ветром и, попав на рыльца пестиков, прорастают. Растущие гифы проникают в завязь. Образовавшаяся грибница, не препятствуя образованию зародыша и эндосперма, развивается в зерновке и зимует в ней. Весной, одновременно с развитием пшеничного растения, в нем развивается и грибница пыльной головни, снова повторяя цикл своего развития.

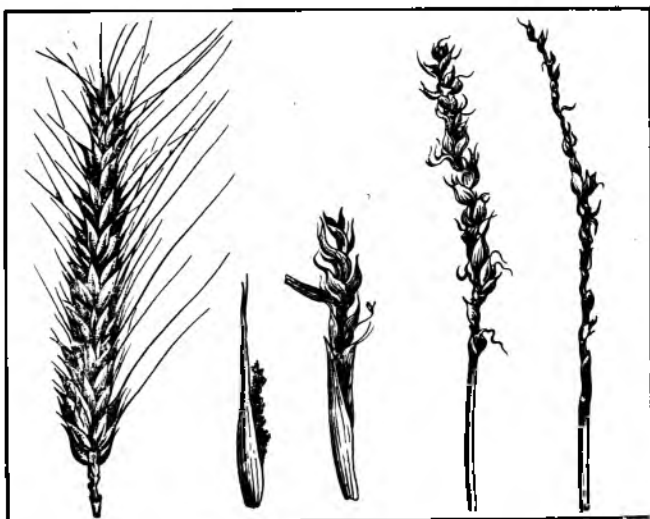
Кроме пыльной головни пшеницы, известна аналогично развивающаяся пыльная головня ячменя — *Ustilago nuda*.

Другие виды грибов, вызывающих болезнь головню, например пыльная головня проса — *Ustilago panici miliacei*, пыльная головня овса — *Ustilago avenae*, твердая, или вонючая, головня пшеницы — *Tilletia tritici*, стеблевая головня ржи — *Urocystis occulta* и др., отличаются в своем развитии тем, что споры, зимовавшие на зерновке, заражают прорастающее в почве зерно. Грибница развивается в теле растения, сохраняющего внешне здоровый вид. В колосе или метелке грибница распадается на округлые темные споры, впоследствии высыпавшиеся и разносимые ветром.

Наконец, такие виды головневых грибов, как пузырчатая головня кукурузы — *Ustilago maydis*, отличаются тем, что головней поражаются отдельно соцветия, листья, стебли, корни.

166. Колосья пшеницы, пораженные пылевой головней.

Слева — здоровый колос.



Базидиальные грибы, вызывающие болезнь головню, причиняют большой ущерб сельскому хозяйству. Давно уже выработаны и широко применяются меры борьбы с головневыми грибами. Заключаются они главным образом в протравливании зерна слабым (1:300) раствором формалина, который убивает споры на зерне, не причиняя ему вреда и других спос...

**Порядок
Ржавчинные грибы**

Некоторые виды базидальных грибов, принадлежащих к порядку ржавчинных — *Uredinales*, паразитирующих на различных культурных и диких растениях, вызывают заболевания ржавчиной; образуемые грибами налеты на листьях и стеблях похожи на ржавчину. Интересной особенностью некоторых видов таких грибов является их цикл развития, в течение которого они паразитируют последовательно на двух растениях (разнохозяйственный паразит). Типичным представителем таких ржавчинных грибов является хлебная ржавчина.

Хлебная, или линейная, ржавчина — *Puccinia graminis* — летом живет в листьях и стеблях хлебных злаков, развивая в межклетниках свою грибницу, состоящую из двухъядерных клеток. На поверхности листьев и стеблей сначала под эпидермисом, а после разрыва его над эпидермисом грибница образует споры, называемые летними спорами, или уредоспорами. Скопления летних спор на поверхности листьев образуют ярко-оранжевые пятна (рис. 167).

Уредоспоры являются двухъядерными клетками. Зрелые уредоспоры осыпаются и разносятся ветром, заражая новые, здоровые листья злаков и повторяя в них такой же цикл размножения. Так происходит в течение лета несколько раз. Затем грибница гриба образует зимние споры, или телеитоспоры.

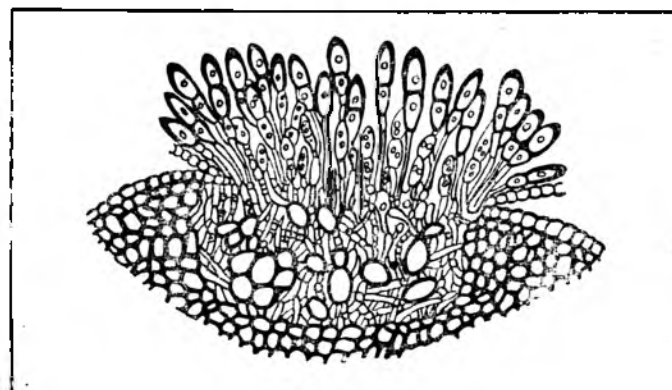
Телейтоспора черного цвета, состоит из двух клеток, каждая из которых превращается (путем слияния ядер) из двухъядерной гаплоидной в одноядерную диплоидную (рис. 168). Телеитоспоры зимуют в земле. Весной телеитоспоры прорастают, образуя базидии с базидиоспорами, которые имеют гаплоидные ядра, потому что в процессе образования базидий происходит редукционное деление ядра.

167. Лишайная ржавчина.

1 — летние споры на
стебле и листе ржи;
2 — зимние споры на
стебле ржи;
3 — споры на листьях
и плодах барбариса.



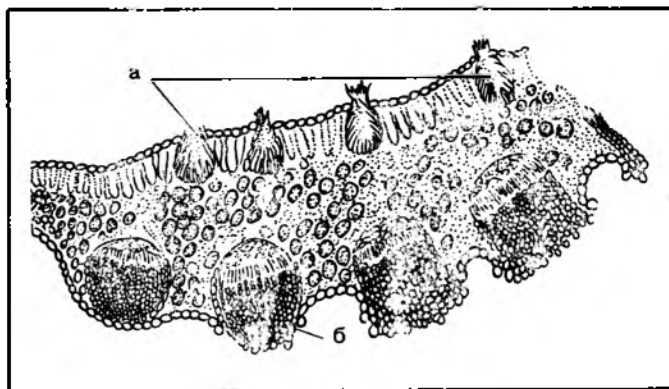
168. Поперечный разрез стебля злака с подушечкой телетоспор хлебной ржавчины.



Базидиоспоры, попав на молодые листья барбариса, прорастают, образуя гифы, которые прорывают эпидерму и образуют в листе грибницу. Грибница в листе барбариса образует органы спороношения двух родов: на нижней поверхности листа — эцидии, а на верхней — пикниды (рис. 169). Эцидии приобретают вид корзиночки, в которой одноядерные гаплоидные клетки сливаются попарно и дают двухъядерные весенние споры — эцидиоспоры, которые разносятся ветром и, попав на лист злака, прорастают, внедряясь в лист через устьице. Пикниды приобретают вид колбочек, погруженных в палисадную паренхиму листа; в них развиваются пикноспоры. Затем из пикнид выделяется на поверхность сладкая пахучая жидкость с массой пикноспор. Жидкость привлекает мелких насекомых, которые и разносят пикноспоры. Пикноспоры заражения злака не вызывают. И так, у ржав-

169. Поперечный разрез листа барбариса, пораженного хлебной ржавчиной.

а — пикниды;
б — ацидий.



чинных грибов наблюдается следующая смена поколений: гаплоидное поколение на барбарисе и дикарпотическое (из двухъядерных клеток) на злаке.

Ржавчинные грибы приносят большой ущерб сельскому хозяйству, паразитируя на хлебных злаках, подсолнечнике, льне, мяте, малине и др. Мерами борьбы с ржавчинными грибами являются правильный севооборот, посев ржавчиноустойчивых сортов, соответствующая агротехника, уничтожение барбариса и других промежуточных хозяев, растущих вблизи посевов.

Класс Несовершенные грибы — *Fungi imperfecti*

Представлен как сапрофитами, так и паразитами. Паразиты вызывают заболевания растений и животных. Грибы имеют членистую грибницу. Размножаются посредством конидиоспор. Половое размножение неизвестно. В классе насчитывается более 25 000 видов.

Представителями класса являются приводимые ниже роды. *Вертициллиум* — *Verticillium*, один из видов которого поселяясь в сосудах древесины, поражает древесину стебля и корни хлопчатника и вызывает болезнь вилт. *Фузариум* — *Fusarium*, некоторые виды которого вызывают болезни фузариозы злаков, льна, хлопчатника и др.; хлеб, приготовленный из зерна, пораженного фузариумом, вызывает отравление («пьяный хлеб»). *Триходерма* — *Trichoderma*, виды которого разлагают клетчатку и лигнин растительных остатков в почве. *Глеоспориум* — *Gloeosporium*, виды которого вызывают заболевание антракнозом у винограда, фасоли, смородины и др. *Трихофитон* и *микроспорум*, виды которых (*Trichophyton violaceum*, *Microsporum lanosum*) вызывают стригущий лишай — заболевание кожи, волос и ногтей. Стригущим лишаем болеют люди, коровы, лошади, мыши и др. Человек может заражаться от животных. *Ахорион*, вид которого (*Achorion schönleinii*) вызывает паршу — заболевание кожи, волос и ногтей. Паршей болеют люди, кошки, собаки, кролики, крысы, мыши, птицы. Человек может заражаться от животных. *Эпидермофитон* — *Epidermophyton* насчитывает около 15 видов, среди которых есть паразитирующие

между пальцами ног, вызывающие заболевания ногтей, кожи ног и рук.

Актиномицеты¹ (лучистые грибки) — *Actinomycetes*, некоторыми ботаниками включаемые в класс несовершенных грибов, широко распространены в почве, встречаются в воздухе, водоемах, на растительных и животных остатках, принимают участие в круговороте веществ, вызывают заболевание актиномикозом у человека (человек заражается, беря в рот травинки) и рогатого скота, а также вызывают заболевание паршой клубней картофеля.

Актиномицеты способны вырабатывать антибиотические вещества. Один вид актиномицетов (*Actinomyces griseus*) образует антибиотик стрептомицин, применяемый в медицине при лечении различных форм туберкулеза, кишечных инфекций и других болезней. Другой вид актиномицетов (*Actinomyces aureofaciens*) вырабатывает антибиотик ауреомицин, или биомицин, применяемый при лечении сыпного тифа, трахомы, заболеваний кожных покровов и слизистых оболочек (глаз, носа), а также при других болезнях. Третий вид актиномицетов (*Streptomyces rimosus*) продуцирует антибиотик террамицин, применяемый при лечении пневмококковых, стафилококковых и других инфекций человека и животных.

Следует еще упомянуть о так называемом чайном грибе. Это симбиоз бактерий и гриба. Разводят его в сладком (5%) некрепком чае, обычно в стеклянной посуде, в тени, при 15—20°. Весной и летом из кусочка гриба разрастается на поверхности жидкости слоевище гриба; его можно разрывать и пересаживать в другие сосуды. Настой гриба готов к употреблению через неделю; тогда он имеет приятный вкус и максимальные целебные свойства. Настой гриба применяется при ангине (можно и пить, и полоскать горло).

Значение грибов

Грибы имеют большое значение в природе и в хозяйстве. В природе их значение прежде всего заключается в том, что они способствуют разложению, минерализации органических веществ в почве, принимая таким образом участие в круговороте веществ. В 1 г почвы насчитывается более 100 000 спор и клеток мицелия грибов. Некоторые виды грибов живут в симбиозе с семенными растениями (микориза), улучшая их питание и ускоряя рост, а также с водорослями (лишайники).

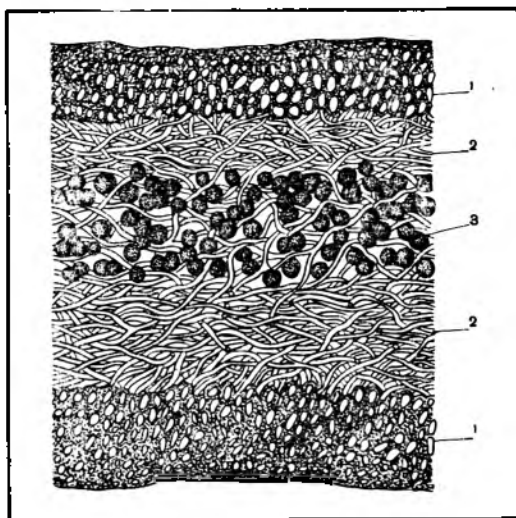
В хозяйстве положительное значение грибов обуславливается способностью дрожжевых грибов вызывать брожение. Плодовые тела многих видов грибов употребляются человеком в пищу в свежем, сушеном и консервированном виде. В СССР произрастает около 200 видов съедобных грибов, однако только около 30 видов употребляется в пищу.

В медицине грибы используются для получения лекарственных веществ: пенициллин, стрептомицин, биомицин, террамицин и др. Используются спорынья, листовничная губка и чага.

■ ¹ Большинство современных систематиков актиномицеты относят к типу бактерий, как особый класс.

170. Разрез слоевища лишайника.

1 — корковые слои из
гиф гриба;
2 — гифы гриба;
3 — клетки водоросли.
Увеличение в 100 раз.



Отрицательное значение грибов обуславливается способностью паразитирующих грибов вызывать заболевания человека, животных и особенно растений, разрушать древесину и приводить к порче пищевых продуктов.

Тип Лишайники — Lichenes

Слоевище лишайника состоит из клеток водоросли и гиф гриба. Следовательно, лишайник — симбиоз водоросли и гриба (рис. 170). В последнее время советским ученым П. А. Генкелем в составе некоторых видов лишайников обнаружены бактерии (*Azotobacter*). Такие лишайники представляют собой тройной симбиоз. В состав лишайников входят некоторые виды зеленых или синезеленых водорослей и ряд видов сумчатых или (редко) базидиальных грибов. Водоросль от гриба получает необходимую ей влагу и минеральные соли, гриб от водоросли — органические вещества, вырабатываемые ею в процессе фотосинтеза. Бактерии *Azotobacter* способны усваивать свободный азот атмосферы. Однако большая польза, извлекаемая грибом из симбиоза с водорослью, и наблюдаемые иногда внедрения гиф гриба в клетки водоросли позволяют полагать, что гриб может рассматриваться как паразит, а не как равноправный компонент симбиоза.

Живут лишайники на скалах, деревьях, почве как на Севере, так и в тропических странах. Разные виды лишайников имеют различную окраску — от серой, желтоватой, зеленоватой до бурой и черной. В настоящее время известно более 20 000 видов лишайников.

Строение лишайников

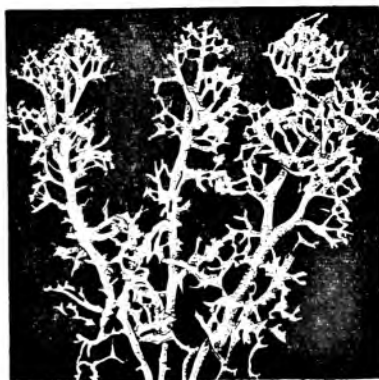
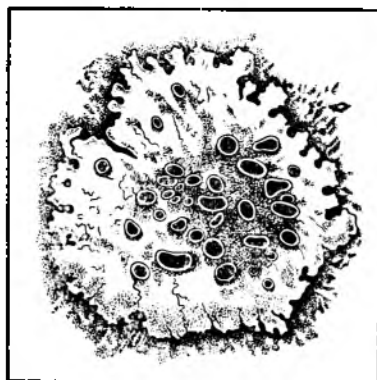
По морфологическим признакам лишайники делятся на три группы:

1. Корковые, или накипные, являющиеся корковым налетом, плотно прикрепившимся к субстрату; это группа составляет около 80% всех лишайников.

171. Слоевище лишайника *Ramelia*.172. Слоевище оленьего лишайника — *Cladonia rangiferina*.

К рис. 171

Черные пятна с белым ободком — плодовые тела гриба.
Увеличение в $1\frac{1}{2}$ раза.



2. Листоватые, представляющие собой пластинку, похожую на пластинку листа, слабо прикрепленную к субстрату (рис. 171).

3. Кустистые, представляющие свободные маленькие кустики, прикрепленные к субстрату только своими нижними частями (рис. 172).

По анатомическому строению лишайники делят на два типа: 1) гомеомерные лишайники, у которых клетки водоросли равномерно распределяются по всему таллусу, между гифами гриба; 2) гетеромерные лишайники, у которых можно различить обособленный слой, содержащий клетки водоросли. Снаружи имеется корковый слой, образованный плотным сплетением гиф. Клетки-водоросли называются гонидиями (см. рис. 170).

Размножение

Размножаются лишайники вегетативно. Вегетативное размножение осуществляется следующим образом. От слоевища лишайника отделяются возникающие наружно изидии или внутри тела — соредии.

Они представляют пылевидные комочки, в которых клетки водоросли оплетены гифами гриба. В благоприятных условиях из соредий и изидий разрастаются крупные слоевища. Размножение спорами осуществляется путем образования грибом — компонентом симбиоза — плодовых тел и спор в них. Споры разносятся ветром, в благоприятных условиях прорастают в гифы, которые, встретив клетки соответствующего вида водоросли, оплетают их и образуют лишайник; если гифы гриба не встретят водоросли, они погибают. Водоросль размножается делением и, будучи искусственно выделена из лишайника, может жить самостоятельно.

Значение лишайников

Значение лишайников в природе и в хозяйстве значительно. Лишайники являются первыми растениями, которые поселяются на скалах и им подобных бесплодных местах, где другие растения жить еще не могут. Лишайники разрушают поверхностный слой скалы и, отмирая, образуют слой гумуса, на котором уже могут поселяться другие растения. Лишайник *Cladonia rangiferina* (см. рис. 172) и другие виды, называемые оленьим «мхом» или ягелем, живут на огромной территории тундр и доходят до Крайнего Севера СССР. Эти лишайники по своей питательности превышают картофель и являются главным кормом для северных оленей, способных доставать их из-под снежного покрова. Следует напомнить, что

олени на Севере дают человеку молоко, мясо, шерсть, кожу и используются как рабочий скот.

Некоторые виды лишайников применяются в медицине: так, используется центриария исландская, или исландский лишайник, или «исландский мох» — *Cetraria islandica*, растущий на почве в лесной и тундровой зонах; *Cetraria cucullata* богат витамином С и служит лекарством при цинге; *Parmelia vagans* (растет в южных степях СССР) применяется для предохранения ран от нагноений. Из некоторых видов лишайников вырабатывают антибиотики (например, усниновую кислоту, препятствующую нагноению ран, препарат бинан, являющийся антисептиком). В 1943 г. советскими биохимиками А. Л. Курсановым и Н. И. Дьячковым был разработан метод получения из лишайников глюкозы.

В пустынях произрастает съедобный лишайник; он имеет вид комочков, которые могут перекашиваться ветром на далекие расстояния и быть ценной находкой для каравана в пустыне; называется этот лишайник манной. Лишайник исландский используется в Исландии как пища для людей: из него готовится хлеб и каша. Некоторые виды лишайников используются в парфюмерии для придания стойкости духам. Из некоторых видов лишайников добывается лакмус.

Обилие лишайников свидетельствует о чистом воздухе в данной местности, так как они не выносят копоти и дыма городского воздуха.

Краткая характеристика типов высших растений

Прежде чем начать знакомство с типами, относящимися к высшим растениям, рассмотрим их сравнительную характеристику.

Тип Мохообразные — Bryophyta — характеризуется отсутствием корней, настоящих проводящих пучков, мелкими листьями или отсутствием их (слоевище), преобладанием гаметофита в цикле развития. Гаметофит наземный зеленый несет на себе свободно сидящие антеридии и архегонии. Сперматозоиды двужгутиковые.

Тип Псилофиты — Psilophyta — характеризуется отсутствием корней, мелкими шиловидными листьями или отсутствием их, проводящими пучками примитивного строения, преобладанием спорофита. Гаметофит подземный, антеридии и архегонии погружены в ткань его. Сперматозоиды многожгутиковые¹.

Тип Плаунообразные — Lycophyta — характеризуется наличием корней, проводящих пучков, мелкими листьями, преобладанием спорофита. Споры у одних видов одинаковые, у других — разные (микроспоры и мегаспоры). У видов, имеющих разные споры, гаметофит редуцирован и не покидает спору. Антеридии и архегонии погружены в ткань гаметофита. Сперматозоиды двужгутиковые.

Тип Клинолистные, или членистые — Sphenophyta, характеризуется наличием корней, проводящих пучков, расположением мелких листьев мутовками, преобладанием спо-

■ ¹ Гаметофит псилофитов неизвестен. Приведенное здесь основано на близких к вымершим псилофитам, ныне существующих, псиловых.

рофита, наличием морфологически одинаковых спор. Гаметофит наземный зеленый. Сперматозоиды многожгутиковые.

Тип Папоротникообразные — Pterophyta — характеризуется наличием корней, проводящих пучков, крупными (у некоторых видов мелкими) листьями, преобладанием спорофита, наличием видов с одинаковыми и разными спорами. Гаметофит наземный зеленый (у видов разнospоровых редуцирован и развивается внутри споры). Антеридии и архегонии погружены в ткань гаметофита. Сперматозоиды многожгутиковые.

Тип Голосеменные — Gymnospermae — характеризуется сильно развитой корневой системой, крупными и мелкими листьями, преобладанием спорофита, наличием разных (микро- и мега) спор. Архегонии есть. Сперматозоиды у одних или спермии, приносимые к архегониям пыльцевой трубкой. Размножаются семенами, которые развиваются из семязпочек (мегаспорангиев), лежащих открыто. В проводящих тканях преимущественно трахеиды.

Тип Покрытосеменные, или Цветковые — Angiospermae, характеризуется сильно развитой корневой системой, крупными, разнообразными листьями, преобладанием спорофита, наличием разнospоровости. Размножаются семенами, которые развиваются в завязи пестика в цветке. Образуется плод. Архегоний нет. Происходит двойное оплодотворение. В проводящей ткани имеются различные типы сосудов.

Тип Мохообразные — Bryophyta

Растения, относящиеся к типу мохообразных, имеют тело в виде слоевища (класс печеночных мхов) либо расчлененное на стебли и листья (класс листостебельных мхов). Настоящих, типичных корней мхи не имеют; роль корней (прикрепление к субстрату и минеральное питание) у них играют тонкие волоски, называемые ризоидами. Мхи имеют хлорофилл, фотосинтезируют; живут на суше, в сырых местах, реже в воде. Тело мхов состоит из тканей, но настоящих трахейд, сосудов они не имеют. Органы полового размножения — антеридии и архегонии многоклеточные.

У мохообразных резко выражена так называемая смена или чередование поколений в едином цикле развития организма.

Размножение у мхов происходит тремя способами: бесполом (спорами), половым и вегетативным. Бесполой и половой способы размножения в цикле развития чередуются. Та его часть, которая произошла из споры (зеленое растение), размножается половым способом, а произошедшая вследствие полового процесса размножается только спорами. Такое чередование «поколений» — гаметофита и спорофита — протекает следующим образом. Бесполое поколение (спорофит) вырастает на растении полового поколения и питается за его счет. Оно не имеет самостоятельности, развито слабо. Растение же полового поколения (гаметофит) питается самостоятельно, имеет развитые органы ассимиляции, поэтому гаметофит доминирует, преобладает, над спорофитом.

Известно около 23 000 видов мохообразных. По-видимому, мохообразные произошли от каких-то зеленых водорослей, ко-

173. Маршанция (*Marchantia polymorpha*).

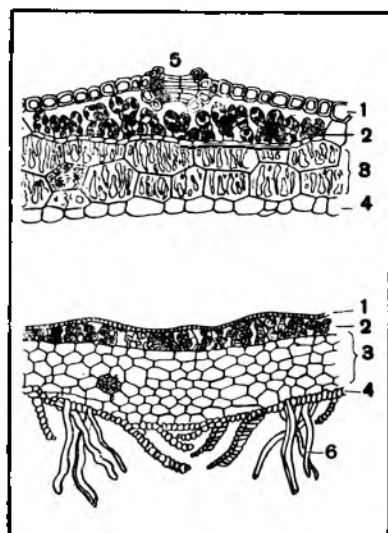
174. Поперечные срезы через слоевище маршанции.

К рис. 173

Вверху мужское растение,
внизу — женское.

К рис. 174

1 — верхняя эпидерма,
2 — ассимиляционная
ткань;
3 — проводящая и за-
пасная ткань;
4 — нижняя эпидерма;
5 — устьице;
6 — ризоиды.



которые вследствие высыхания водоемов, населенных ими, приспособились к жизни в воздушной среде, на суше. К наземному образу существования больше приспособлено бесполое поколение у мохообразных. Половое же поколение менее приспособлено к засушливым условиям существования, на что указывает половой процесс, совершающийся только при наличии капельно-жидкой влаги.

Тип мохообразные разделяется на два класса: печеночники и листостебельные мхи.

Класс Печеночные мхи — *Hepaticae*

У видов мхов, принадлежащих к классу печеночных, *Hepaticae*, хорошо видно их эволюционное развитие. У простейших, низших видов тело не расчленено на стебель и листья, а состоит из слоевища, похожего на слоевище водорослей. У высокоорганизованных видов тело уже расчленено на стебель и листья, причем листья имеют еще примитивное строение, без срединной жилки. Листья и стебли мохообразных не гомологичны этим органам других типов. Они представляют результат развития гаметофита, тогда как у других высших эти органы образованы спорофитом. Имеются виды, являющиеся переходными формами между примитивными и более сложными. В классе насчитывается около 4000 видов.

Типичным представителем печеночных мхов является маршанция, или печеночница обыкновенная — *Marchantia polymorpha* (рис. 173), живущая в тенистых, сырых местах, по берегам рек, по канавам и т. п. Слоевище у маршанции плоское, лопастное, дихотомически ветвящееся со срединной жилкой, имеющее на концах верхушечную точку роста. На нижней поверхности слоевища имеются одноклеточные ризоиды. Анатомическое строение слоевища сложное. Различаются следующие ткани: верхняя эпидерма, под ней — ассимиляционная ткань, имеющая многочисленные воздухоносные полости и сообщаемая с наружным воздухом через особенного строения устьица в эпидерме. Под ассимиляцион-

ной тканью — проводящая и запасающая ткань из паренхиматических клеток и, наконец, нижняя эпидерма с отходящими от нее ризоидами (рис. 174).

Размножается маршанция вегетативно, бесполом (спорами) и половым способами. Вегетативное размножение осуществляется посредством особых выводковых почек, образующихся в небольших с зазубренными краями корзиночках на слоевище.

Созревшие выводковые почки разносятся дождевой водой и, попав в благоприятные условия, прорастают, давая новое слоевище. Вегетативное размножение может еще осуществляться кусочками слоевища маршанции.

Чередование полового и бесполого поколений осуществляется следующим образом. На слоевищах маршанции образуются мужские органы полового размножения антеридии и женские архегонии на особых зонтиковидных подставках (см. рис. 173), причем на одних слоевищах маршанции образуются мужские подставки, отличающиеся от женских подставок, образующихся на других слоевищах. Следовательно, маршанция — двудомное растение. В антеридиях созревают сперматозоиды, имеющие по два жгутика, при помощи которых они передвигаются в воде. В архегониях созревают яйцеклетки, по одной в каждом. Сперматозоиды плывут к архегониям в воде, получающейся от дождя или росы. Сперматозоид сливается с яйцеклеткой архегонии. Из оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) вырастает спорогоний, состоящий из овальной коробочки и короткой ножки. Спорогоний является спорофитом. В коробочке спорогония путем редукционного деления образуются споры. Попав на сырую почву, при благоприятных условиях спора прорастает в слоевище маршанции, начиная снова жизнь гаметофита. В ядрах клеток спорофита содержится диплоидное число ($2n=18$) хромосом, а в ядрах клеток гаметофита — гаплоидное ($n=9$).

Слоевище маршанции раньше применялось для лечения печени, поэтому мох и получил название печеночного. В настоящее время печеночные мхи практического значения не имеют.

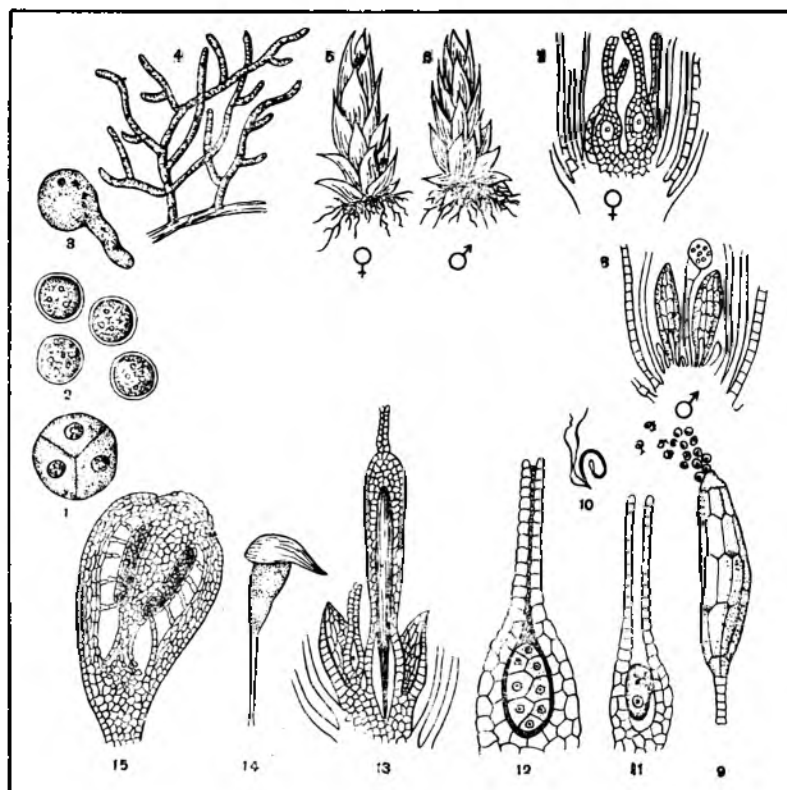
Класс Листостебельные мхи — Musci

Виды, принадлежащие к классу листостебельных мхов — Musci, имеют тело, расчлененное на стебли и листья. Ризоиды разветвленные и многоклеточные. В классе насчитывается около 16 000 видов.

Типичным представителем листостебельных мхов является кукушкин лен — несколько видов рода *Polytrichum*: *P. commune*, *P. juniperinum* и др. (рис. 175), широко известные мхи, живущие повсеместно на сырых местах в лесах, болотах. Стебель у кукушкина льна густо покрыт листочками, расположенными на нем в три ряда или по спирали. Высота стебля у некоторых достигает 40 см. Листочки узкие, к вершине заостренные, имеют срединную жилку. В стебле различают ткани: эпидерму, под ней механическую ткань, в центральной части — паренхиму. В центре стебля — проводящая ткань, состоящая из вытянутых клеток, напоминающих ксилему и флоэму. Листочки имеют на верхней поверхности выросты в виде пластинок, состоящих из ярко-зеленых ассимилирующих

175. Схема чередования поколений у мха.

- 1 — тетрада спор;
 2 — споры;
 3 — проросшая спора;
 4 — протонема;
 5 — женское растение;
 6 — мужское растение;
 7 — архегонии;
 8 — антеридии;
 9 — выход сперматозоидов из антеридия;
 10 — сперматозоид с двумя жгутиками;
 11 — оплодотворение;
 12 — начало развития спорогония;
 13 — образование спорогония (спорофит на гаметофите);
 14 — спорогоний;
 15 — коробочка спорогония в разрезе.
- Увеличение: 5, 6, 14 — натуральная величина;
 7, 8, 9, 11, 12, 13 — малое увеличение; 1, 2, 3, 4, 10, 15 — большое увеличение.



клеток. Сама пластинка листа по краю состоит из одного слоя клеток, а в центральной части — многослойная. Чередование поколений совершается следующим образом (см. рис. 175). На верхушке стеблей рано весной развиваются антеридии, архегонии и многоклеточные нити — парафизы. У кукушкина льна антеридии и архегонии развиваются на разных растениях, т. е. двудомно. В антеридиях созревают многочисленные двужгутиковые сперматозоиды. В бутылочкообразных архегониях развиваются, в каждом по одной, яйцеклетки. Оплодотворение происходит весной, когда в окружающей среде много влаги. Сперматозоиды доплывают до архегония и один из них, проникнув к яйцеклетке, сливается с ней, т. е. происходит оплодотворение. Оплодотворенная яйцеклетка делится, растет и из нее образуется спорогоний, состоящий из ножки и коробочки, обычно лишенных хлорофилла. Коробочка сверху имеет волосистый колпачок и под ним крышечку. Внутри коробочки образуются споры. В процессе образования спор происходит редукционное деление, поэтому споры содержат гаплоидное число хромосом.

После созревания спор коробочка раскрывается, споры высыпаются и разносятся ветром. Споры, попав в благоприятные условия, прорастают, из них растет нить. Эта нить становится длинной ветвистой многоклеточной и похожа на зеленую нитчатую водоросль; ее называют протонемой, или предростком. На протонеме образуются почки, из которых развиваются листостебельные побеги. На концах побегов, как уже говорилось выше, образуются антеридии и архегонии, окруженные бесплодными листьями — парафизами.

Итак, у кукушкина льна протонеи, стебли и листья, архегонии и антеридии, яйцеклетки и сперматозоиды относятся к половому поколению, гаметофиту, и имеют в клетках гаплоидное (n) число хромосом. Оплодотворенная же яйцеклетка дает начало развивающемуся из нее спорогонию, являющемуся бесполом поколением, спорофитом и имеющему в клетках диплоидное ($2n$) число хромосом.

Листостебельные мхи могут еще размножаться вегетативным способом, при помощи подземных побегов и посредством выводковых почек, образующихся на стеблях и листьях.

Большое практическое значение имеют торфяные, или сфагновые, мхи, т. е. виды (около 250), относящиеся к роду *Sphagnum*. Живут на болотах, имеют ветвистые стебли, густо покрытые листьями. Сфагновые мхи не бывают ярко-зеленого цвета. Они бледно-зеленые, желтые, бурые, розовые, до красных. Это объясняется тем, что хлорофиллоносные клетки у них узкие, расположены между крупными, мертвыми водоносными (гигантовыми).

Последние обуславливают способность этих мхов поглощать огромные количества воды. Ризондов у них нет. Мох растет верхушкой стебля, а нижние части его отмирают, разложение их крайне замедляется вследствие отсутствия гнилостных микроорганизмов. Гнилостные же организмы отсутствуют потому, что вода, в которой произрастают мхи, имеет кислую реакцию и низкую температуру. Таким образом, в болотах накапливаются массы остатков мхов, спрессовываются и образуют бурую массу торфа.

Из торфа добывают щавелевую кислоту и фурфурол, необходимый для синтеза смолы, каучука, пластмасс (нейлон и др.) и некоторых лекарств, а также для опрыскивания перед уборкой хлопчатника, что ускоряет раскрытие коробочек и, главное, приводит к опадению листьев, мешающих механизированной уборке. Торф является ценным топливом, удобрением. Торфяной мох использовался в медицине как заменитель ваты, в качестве перевязочного и подстилочного материала, так как обладает антисептическими и гигроскопическими свойствами.

Тип Псилофиты — Psilophyta

Псилофиты являлись самыми примитивными, первыми представителями высших растений, родоначальниками других наземных растений. Псилофиты появились раньше мохообразных. Виды этого типа — вымершие ископаемые растения. Произошли псилофиты, вероятно, от бурых водорослей, перешедших к существованию в воздушной среде.

В свое время (425 000 000 лет назад) псилофиты господствовали на суше. Растение представляло собой дихотомически ветвящееся корневище, на котором имелись волоски (ризонды) — заменявшие им корни. Концы стеблей приподнимались над землей и на их вершинах формировались спорангии со спорами. В стебле проходила проводящая система, состоящая из трахенд (ксилема) и флоэмных клеток; кроме того, имелись ассимиляционные клетки. Тело растения — спорофит.

Гаметофит неизвестен. Близким, сходным с псилофитами типом являются псилоты. Некоторые виды псилотов живут и теперь в тропиках и субтропиках, на почве и стволах деревьев, как эпифиты.

Тип Плаунообразные — Lycophyta

Порядок Плауновые

Тип плаунообразных разделяется на три класса: 1) плауновидные, 2) вымершие лепидодендровые, 3) полупникоvidные. Класс плауновидные — Lycopodiaceae — распадается в свою очередь на два порядка: 1) плауновые — Lycopodiales (равноспоровые) и селлагинелловые — Selaginellales (разноспоровые).

Типичным представителем порядка плауновых — Lycopodiales — является плаун булавовидный, или ликоподий — *Lycopodium clavatum* (рис. 176). Это многолетнее травянистое вечнозеленое споровое растение, имеющее ползучий стебель, который иногда достигает 3 м длины. Стебель покрыт массой мелких чешуйчатых листьев. Ветвится дихотомически, имеет много разветвлений, поднимающихся над землей на 10—20 см и заканчивающихся спороносными колосками. От стебля отходят многочисленные придаточные корни. Колосок состоит из споролистиков, на верхней поверхности которых, у основания, созревают почковидные спорангии.

Размножается плаун булавовидный вегетативно, бесполом и половым способами. Вегетативное размножение осуществляется частями ползучего стебля. Бесполое размножение происходит посредством спор, образующихся в спорангиях путем редукционного деления. Описанные выше созревшие спорангии лопаются и из них высыпаются светло-желтые споры. Спора снаружи покрыта утолщенной оболочкой в виде сеточки, имеет форму тетраэдра с полусферовидным основанием.

Попав в почву, споры долго не прорастают. Только через несколько лет они прорастают в заросток. Заросток в почве образует ризоиды, питается сапрофитно. Если же заросток оказывается на поверхности почвы, то вырабатывает хлоропласты и фотосинтезирует. Заросток имеет вид беловатого клубенька до 2 см в диаметре. Развивается он при помощи внутренней микоризы, очень медленно. Лишь на 2—15-м году своего развития образует антеридии и архегонии. Сперматозоиды двужгутиковые. Оплодотворение совершается при помощи воды. Зигота дает начало новому растению.

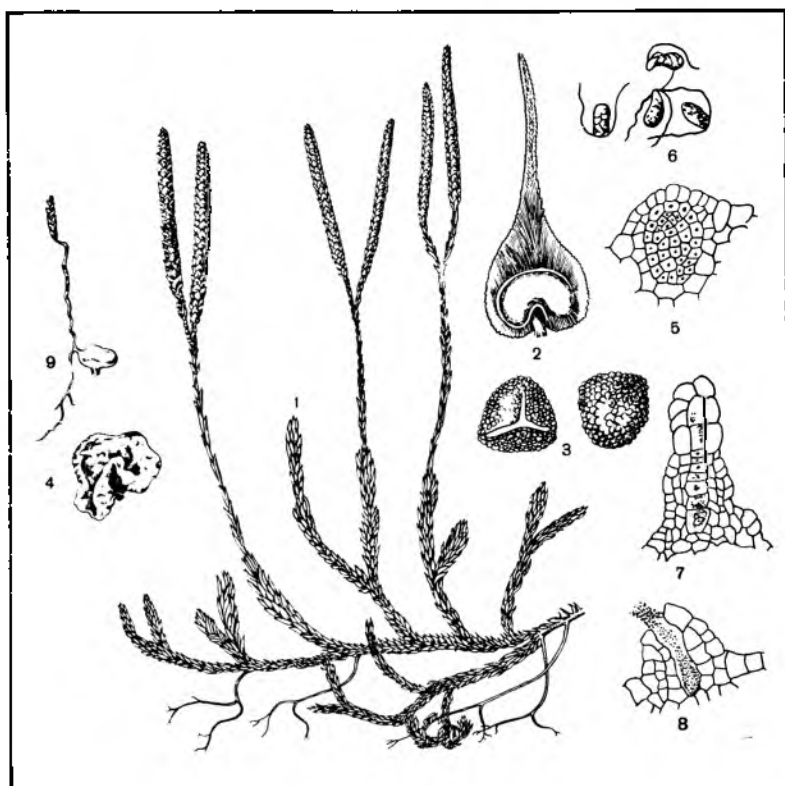
Спорофитом у плауна булавовидного является многолетнее вечнозеленое растение, гаметофитом — заросток. Спорофит относительно сильно развит, а гаметофит — слабо, хотя и является длительным существом.

В СССР плаун булавовидный произрастает в лесной и лесотундровой зоне, встречается в горах Кавказа, по опушкам хвойных и смешанных лесов.

Споры плауна собирают в больших количествах и в виде порошка применяют в медицине под названием «плаунного семени», для детской присыпки и для пересыпания пилуль. Споры в виде порошка также применяются в литейном деле для обсыпания форм при выплавке чугуна.

176. Плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum*).

- 1 — растение с колосками на верхушках побегов;
 2 — споролистик со спорангием;
 3 — споры;
 4 — заросток;
 5 — разрез через антеридий;
 6 — сперматозонды;
 7, 8 — разрез через архегоний;
 9 — молодое растение, образовавшееся из зиготы.



Порядок Селагинелловые

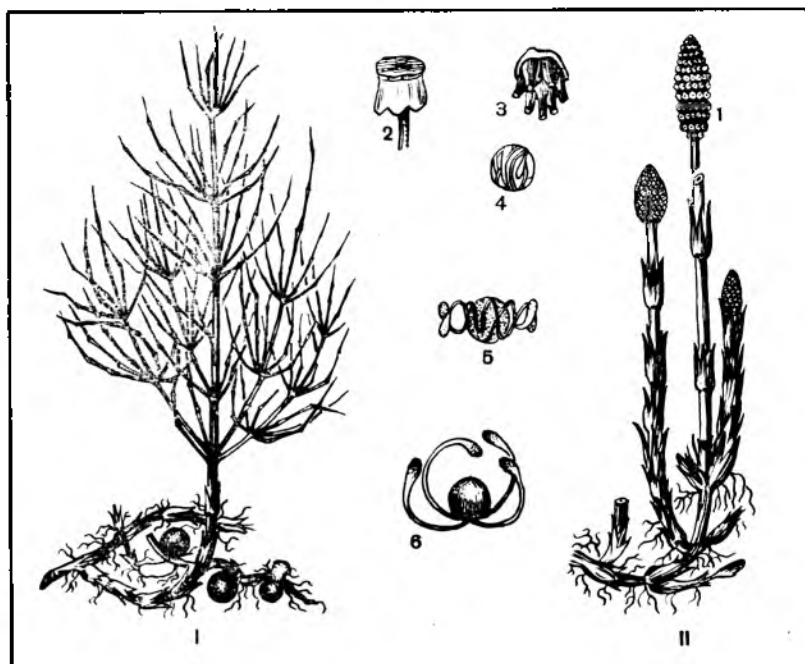
Представляет интерес своей разнospоровостью порядок селагинелловых — Selaginellales. У его представителей на одном колоске формируются микроспорангии и мегаспорангии. В микроспорангиях путем редукционного деления образуется помногу микроспор, в мегаспорангиях тем же путем — только по четыре (тетрада) мегаспоры. Созревшие микроспоры разносятся ветром, прорастают внутри оболочки споры, образуют сильно редуцированный мужской заросток, несущий антеридии со сперматозоидами в них. Созревшие мегаспоры высыпаются на землю, они крупнее микроспор, в них развивается женский заросток с архегониями. Оплодотворение совершается при наличии воды. Разнospоровость селагинелловых является значительным шагом вперед в эволюции этих растений; разнospоровость привела к появлению однополых двудомных заростков.

Тип Клинолистные, или Членистые — Sphenophyta

Типичным представителем типа является хвощ полевой — *Equisetum arvense*, широко распространенный по всему СССР на лугах, в лесах и как сорняк — в посевах (рис. 177). Хвощ полевой — многолетнее споровое травянистое растение, имеющее тонкое корневище с клубеньками, в которых отложены питательные вещества. Весной из корневища вырастают ко-

177. Хвощ полевой (*Equisetum arvense*).

I — летние побеги;
 II — весенние побеги;
 1 — спороносный колосок;
 2, 3 — споролистники;
 4, 5, 6 — споры.
 Увеличение: 2, 3 — в 6 раз; 4, 5 — в 300 раз.



ричневатые неветвистые сочные членистые полые стебли высотой около 25 см. На верхушке каждого стебля образуется колосок, а в узлах стебля — недоразвитые мутовчато расположенные листья. Колосок состоит из стержня, на котором имеется много споролистников (см. рис. 177) со спорангиями, дающими путем редукционного деления споры.

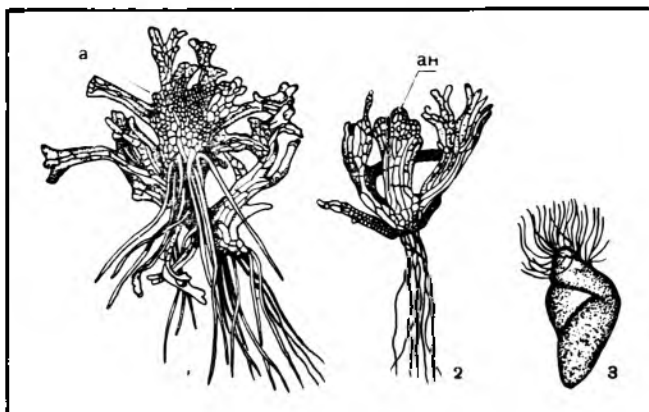
После рассеивания зрелых спор весенние побеги хвоща полевого засыхают, а из корневища вырастают летние зеленые полые бесплодные, высотой 10—50 см, побеги, в узлах которых мутовчато расположены ветки с мелкими чешуевидными листьями. В стенках клеток эпидермы у хвоща откладывается кремнезем.

Размножается хвощ полевой вегетативно (при помощи корневища и клубеньков), бесполом и половым способами, с чередованием бесполого (спорофита) и полового (гаметофита) поколений. Описанные выше весенние коричневатые побеги хвоща полевого в апреле—мае дают споры. Спора — шарообразная клетка темно-зеленого цвета, несущая на себе четыре спирально завитые ленты (элатеры). Споры сцепляются этими лентами и разносятся ветром или водой целыми комочками. Это имеет биологическое значение, так как заростки, развивающиеся из спор, однополые и развитие разного пола заростков сразу в одном месте лучше обеспечивает оплодотворение.

Попав в благоприятные условия, споры прорастают, причем из одних внешне одинаковых спор образуются мужские заростки, несущие на себе антеридии, из других спор — женские заростки, несущие на себе архегонии (рис. 178). При некоторых условиях иногда образуются обоеполые заростки. Заросток, до 2 см в поперечнике, имеет вид расчлененной на лопасти зеленой пластинки, прикрепляющейся к почве ризоидами. Сперматозоид имеет много жгутиков. Оплодотворение

178. Хвощ полевой.

- 1 — женский заросток;
 а — архегоний;
 2 — мужской заросток;
 ан — антеридий;
 3 — сперматозоид.



происходит при помощи дождевой воды. Зигота развивается в зародыш, а он — в многолетний хвощ с корневищем, весенними и летними побегами.

Спорофитом у хвоща полевого является вырастающее из оплодотворенной яйцеклетки поколение с весенними, спорносными, и летними, вегетативными, побегами с их многолетним корневищем. В их клетках имеется диплоидное ($2n$) число хромосом. Гаметофитом является вырастающее из спор недолговечное поколение заростков с их антеридиями и архегониями. В их клетках имеется гаплоидное (n) число хромосом. Спорофит у хвоща сильно развит, а гаметофит — слабо. Летние, вегетативные, побеги хвоща полевого используются в медицине в качестве мочегонного средства и для лечения других заболеваний.

В классе хвощей насчитывается всего 25 видов, широко распространенных по всему земному шару (за исключением Австралии).

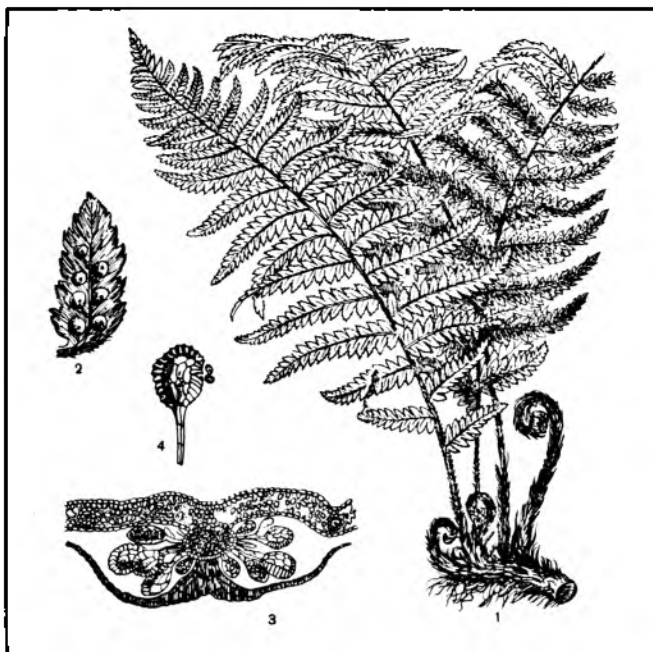
Тип Папоротникообразные — Pterophyta

Тип папоротникообразные делится на два класса: 1) первичные папоротники — *Primofilices*; 2) папоротники — *Filicinae*. Класс папоротники в свою очередь делится на три порядка: 1) уховниковые — *Ophioglossales*; 2) мараттиевые — *Marattiales*; 3) папоротники *Filicales*. Порядок папоротники в свою очередь делится на два подпорядка: 1) собственно папоротники — *Filices*; 2) водные папоротники — *Hydropterides*.

Типичным представителем подпорядка собственно папоротников — *Filices* — является мужской папоротник, или мужской щитовник — *Dryopteris filix-mas* Schott, или *Aspidium filix-mas* Sw., который часто встречается в тенистых местах наших лесов (рис. 179). Это многолетнее споровое травянистое растение, имеющее толстое короткое (до 30 см длины) коричневое корневище. Листья крупные, дваждыперисторассеченные, достигающие в длину 1,2 м. До распускания листья свернуты спирально. В корневище проходят

179. Мужской папоротник (*Dryopteris filix mas*).

1 — листья (вайи) и конец корневища;
 2 — нижняя сторона листочка с сорусами;
 3 — разрез соруса (видны спорангии и покрывало);
 4 — спорангий и высыпавшиеся из него споры.
 Увеличение: 2 — в 4 раза; 3 — в 40 раз; 4 — в 80 раз.



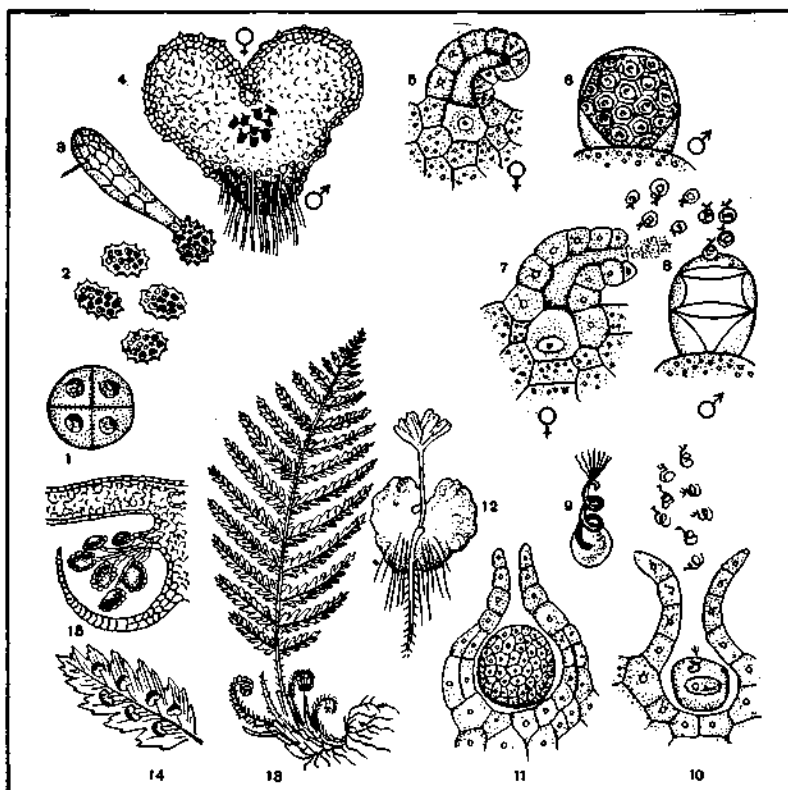
концентрические проводящие пучки с ксилемой, представленной трахедами. От корневища отходят многочисленные придаточные корни.

Размножается папоротник бесполом (спорами) и половыми способами. Во второй половине лета развиваются листья, несущие на своей нижней стороне коричневые бугорки — сорусы. Сорус состоит из многих коробочек на ножках — спорангиев, прикрытых сверху общим для всех покрывалом (индузием) (см. рис. 179). В спорангиях созревают споры, впоследствии высыпавшиеся и разносимые ветром. При созревании спор происходит редукционное деление. Следовательно, споры имеют гаплоидный (n) набор хромосом. У споры есть две оболочки: наружная — бурого цвета, относительно толстая, с бугристыми выростами, называемая экзиной, и внутренняя — тонкая, гладкая, называемая интиной. Попадая в благоприятные условия, спора прорастает, т. е. экзина лопается, протопласт, одетый интиной, выходит из экзины и начинает делиться. Протопласт образует многоклеточную, достигающую 5 мм в поперечнике, зеленую, сердцевидной формы пластинку, называемую заростком (рис. 180).

На нижней стороне заростка образуются ризоиды и половые органы — антеридии (в середине заростка) и архегонии (ближе к краю с выемкой). В антеридии созревают сперматозоиды, имеющие вид вытянутых штопорообразно завитых клеток с пучком жгутиков на конце. В архегонии созревает одна яйцеклетка. При дожде или росе, когда заросток смочен водой, сперматозоиды выходят из антеридиев и плавают в воде, смачивающей заросток. Из архегониев в это время выделяются в воду вещества, привлекающие к ним сперматозоиды. В архегоний входит много сперматозоидов; они проходят шейку архегония и один из сперматозоидов сливается с яйцеклеткой, т. е. оплодотворяет ее. Оплодотво-

180. Схема цикла развития папоротника.

- 1 — тетрада спор;
 2 — споры;
 3 — проросшая спора;
 4 — заросток (гаметофит);
 5, 7 — архегонии;
 6, 8 — антеридии;
 9 — сперматозоид;
 10 — оплодотворение;
 11 — архегоний после оплодотворения;
 12 — развитие проростка (спорофит на гаметофите);
 13 — папоротник (спорофит);
 14 — доля листа с сорусами;
 15 — сорус со спорангиями.
- Увеличение: 12 — натуральная величина; 4, 14, 15 — слабое увеличение; 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 — сильное увеличение.



ренная яйцеклетка, зигота, начинает усиленно делиться и развивается в зародыш, который имеет корень и вырастает в растение с корнями, дваждыперисторассеченными листьями и, впоследствии, с спорангиями на них. Заросток постепенно отмирает.

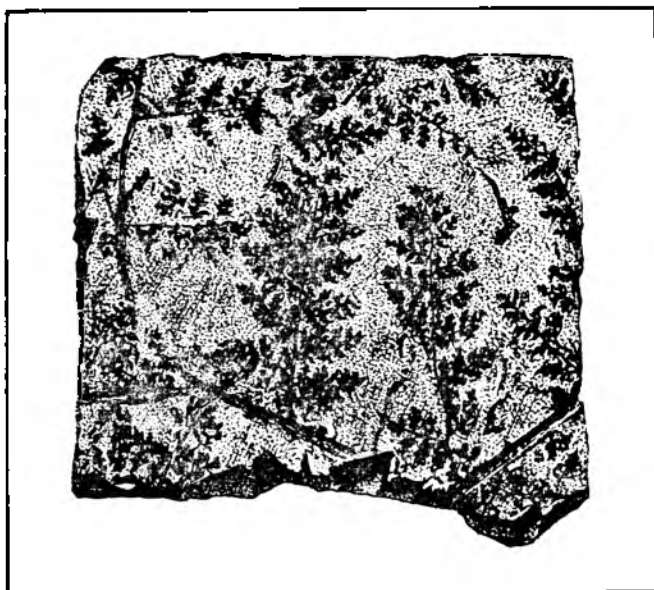
Таким образом, спорофитом у папоротника является растение, вырастающее из оплодотворенной яйцеклетки, имеющее корни и корневища, большие зеленые рассеченные листья со спорангиями на них. В его клетках имеется диплоидное ($2n$) число хромосом. Гаметофитом является заросток с образующимися на нем половыми органами и половыми клетками. В клетках гаметофита имеется гаплоидное (n) число хромосом, образовавшееся во время редукционного деления при формировании спор. Спорофит у папоротника сильно развит, а гаметофит по сравнению с мохообразными развит слабо, хотя и способен фотосинтезировать.

Мужской папоротник произрастает в лесной зоне Европейской части СССР, на юге Дальнего Востока, в горах Кавказа, Алтая, Тянь-Шаня, Памиро-Алая.

Экстракт из корневища мужского папоротника содержит кислоту филицин и используется как противоглистное средство при инвазиях ленточными глистами. Корневища некоторых видов папоротников богаты крахмалом и сапонином.

В типе папоротникообразных насчитывается около 9000 видов; больше всего видов встречается в тропических лесах, где есть и древовидные виды, похожие на пальмы и достигающие в высоту 25 м.

181. Отпечаток на угольном пласте листьев папоротника.



Разноспоровые папоротники

Представляют интерес разноспоровые водные папоротники — *Hydropterides*, например, сальвиния плавающая — *Salvinia natans*. Растение мелкое, плавает на воде. Листья, развившиеся над водой, зеленые, ассимилирующие, а листья, развившиеся под водой, — бурые, корнеподобные. На подводных листьях образуются микро- и мегаспорангии в особых спорокарпиях. В микроспорангиях образуются микроспоры, прорастающие в редуцированные мелкие мужские заростки. В мегаспорангиях одна из четырех мегаспор образует относительно крупный женский заросток, не покидающий оболочки споры и спорангия. Отделившиеся микро- и мегаспорангии с заростками в них плавают на поверхности воды, где и происходит оплодотворение. Зигота развивается в зародыш внутри спорангия и мегаспоры.

Эволюция типов высших (споровых) растений

Эволюцию рассмотренных типов высших растений можно представить себе так. В начале девонского периода были распространены на Земле псилофиты, произошедшие, вероятно, от каких-то бурых или иных водорослей и потому во многом сходные с ними. Мохообразные возникли также от водорослей, но позже, в каменноугольном периоде, и представляют самостоятельную ветвь развития. Псилофиты теперь являются ископаемыми растениями, но изучены достаточно хорошо. Псилофиты — ползучие или слегка приподнимающиеся растения, ветвились дихотомически, вместо листьев у некоторых из них были плоские боковые выросты или щетинки, на концах побегов — спорангии. Существующие в настоящее время

плаунообразные во многих отношениях близки к псилофитам. Очевидно, и клинолистные, и папоротникообразные произошли от псилофитов, но от разных видов. В каменноугольном периоде растения этих типов были широко распространены на Земле. Их древовидные формы образовывали леса, остатки которых за миллионы лет превратились в залежи каменного угля (рис. 181). Среди папоротникообразных известны ископаемые представители, во многом сходные с семенными растениями. Мы имеем в виду семенные папоротники, которые образовывали настоящие семена. Семенные папоротники дали начало семенным растениям и рассматриваются уже как представители голосеменных.

Семя представляет видоизмененный мегаспорангий, в котором произошло развитие мегаспоры, образование заростка с архегонием, оплодотворение и образование из зиготы зародыша.

Итак, плаунообразные, клинолистные и папоротникообразные растения, с одной стороны, имеют много общего с водорослями и псилофитами (оплодотворение происходит с помощью воды, архегонии имеют сходное строение, заросток развивается самостоятельно, не на спорофите и др.), а с другой — с семенными растениями (имеются настоящие корни, настоящие проводящие пучки, половые органы сращены с тканью заростка так, что представляются погруженными в эту ткань и др.).

К концу каменноугольного периода климатические условия, по-видимому, изменились — температура снизилась, влажность уменьшилась. Многие виды растений стали вымирать. Начали развиваться и преобладать новые формы растений, более приспособленные к тем условиям жизни, голосеменные. Семя, снабженное запасом питательных веществ, защищающее зародыш, обладающее способностью переживать неблагоприятное время в состоянии покоя, дало им громадные преимущества в жизни.

Тип Голосеменные — Gymnospermae

Голосеменные растения — деревья или кустарники с хорошо развитыми корнями (главный корень), стеблями и листьями. Листья у многих видов представлены хвоей, а у некоторых — чешуйчатыми. Для голосеменных характерны следующие особенности: 1) развитие в шишках (стробилах) голых, не покрытых семяпочек (почему и тип растений получил название голосеменных); 2) размножение и распространение посредством семян; 3) дальнейшая редукция гаметофита; 4) наличие архегониев.

Голосеменные относятся к разноспоровым растениям, т. е. образующим две категории спор: микроспоры и мегаспоры. Однако споры у них не являются средством распространения вида. Эту функцию выполняют семена.

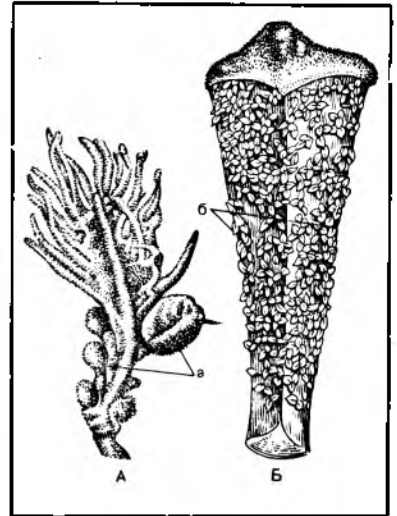
Развитие вегетативных органов, особенно наличие семян, является прогрессивным признаком типа.

Известно около 600 видов голосеменных растений, которые делятся на три класса: 1) саговниковые, 2) шишко-

182. Саговник.



183. Споролистик саговника.



К рис. 183

А — мегаспорофилл;
а — семечки (мего-
спорангии);
Б — микроспорофилл;
б — микроспорангии.

носные и 3) покровносеменные. Класс саговниковые в свою очередь делится на порядки: семенные папоротники, саговники беннеттиты. Класс шишконосные — на кордаиты, гинкго, хвойные. Покровносеменные — на эфедровые, гнетовые и вельвичиевые.

Класс Саговниковые — Cycadinae

Порядок
Семенные
папоротники
Pteridospermales

Порядок
Саговники
Cycadales

Семенные папоротники — *Pteridospermales* известны только как ископаемые. Они, очевидно, произошли от разноспоровых папоротников, а от них произошли другие примитивные формы голосеменных растений (саговниковые и вымершие беннеттитовые). Это были деревья и лианы с крупными листьями. Стебель имел сердцевину, проводящие коллатеральные пучки, трахеиды имели окаймленные поры.

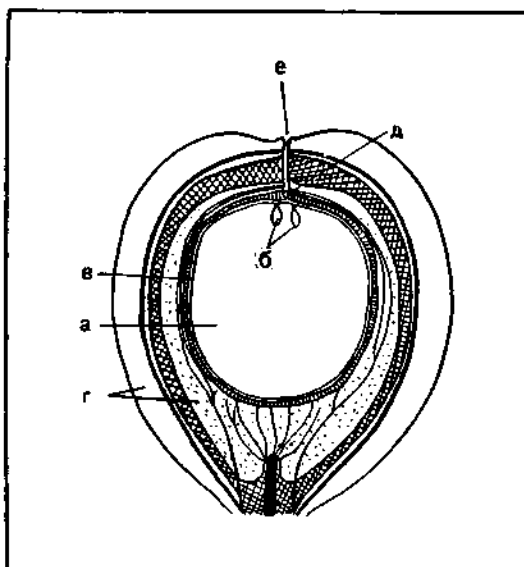
Типичным ныне живущим представителем класса саговниковых — *Cycadinae*, порядка саговники — *Cycadales*, является саговник — *Cycas revoluta* (рис. 182), имеющий вид пальмы и потому неправильно называемый саговой пальмой. Саговники произрастают в тропических и субтропических странах. В СССР саговники можно встретить на Черноморском побережье как декоративные растения. На их вершине имеются длинные (до 2 м длины) перистые красивые листья. У саговника есть стержневой корень. В клетках сердцевины стебля откладывается крахмал, из которого готовится саговая крупа, имеющая пищевое значение.

Размножается саговник вегетативно, путем образования спор, и половым путем. Вегетативное размножение осуществляется посредством почек, образующихся на стебле, и впоследствии отваливающихся и укореняющихся.

Образование спор у саговника происходит следующим образом. Саговник двудомен — на одном растении в шишках развиваются только мужские споролистки — микроспорофиллы, а на другом, — на веточках, — женские мегаспорофиллы (рис. 183).

184. Семяпочка саговника.

а — эндосперм;
 б — архегония;
 в — нуцеллус;
 г — слой интегумента;
 д — пыльцевая камера;
 е — пыльцевход (схема).



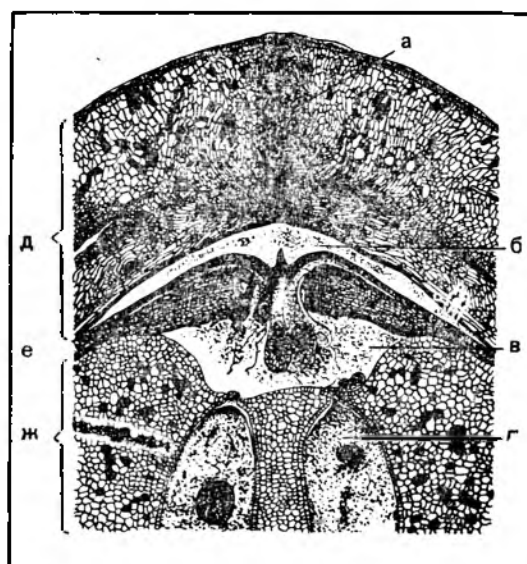
На микроспорофиллах, в их микроспорангиях созревают, делясь редуционно, массы микроспор, имеющих редуцированное число (n) хромосом. Внутри микроспоры развивается трехклеточный мужской заросток (гаметофит), состоящий из проталлиальной, антеридиальной (генеративной) и вегетативной (гаусториальной) клеток. Из антеридиальной клетки развивается впоследствии два сперматозоида, имеющих по многу ресничек, подвижных крупных (около 0,3 мм в поперечнике).

На мегаспорофиллах созревают мегаспорангии, т. е. семяпочки, имеющие снаружи многоклеточный, многослойный покров, называемый интегументом. Интегумент плотно закрывает семяпочку со всех сторон, за исключением верхушки, где имеется отверстие, называемое пыльцевходом, или микропиле. Центральная часть семяпочки под интегументом называется нуцеллусом. В том месте, где в интегументе проходит пыльцевход, между интегументом и нуцеллусом образуется полость, называемая пыльцевой камерой (рис. 184 и 185). В нуцеллусе против пыльцевого хода развивается и редуционно делится крупная археспориальная клетка, дающая четыре (тетраду) мегаспоры, имеющие редуцированное (n) число хромосом. Впоследствии три мегаспоры дегенерируют, а четвертая развивается внутри нуцеллуса в многоклеточный женский заросток (женский гаметофит), называемый эндоспермом.

На верхушке женского заростка развивается два архегония. Тем временем микроспоры, созревшие в микроспорангиях и образовавшие мужской гаметофит, высыпаются из них и разносятся ветром. Проросшие микроспоры называют пыльцой, пыльцевыми зернами. Они попадают на семяпочки и втягиваются через пыльцевход в пыльцевую камеру. На поверхности нуцеллуса гаусториальная, или ризоподальная, клетка микроспоры вытягивается и образует присосок, или гаусторий, который внедряется в нуцеллус, прикрепляя таким образом мужской гаметофит. Антеридиальная

185. Продольный разрез части семяпочки у саговниковых.

а — пыльцевход, или микропиле;
 б — пыльцевая камера;
 в — пыльцевые трубки;
 г — архегоний;
 д — интегументы, наружный и внутренний;
 е — нуцеллус;
 ж — эндосперм.



(генеративная) клетка делится, образуя два крупных сперматозоида с массой мелких жгутиков. Наконец, вытянувшаяся колбовидная генеративная клетка лопається и из нее выходят два сперматозоида с небольшим количеством жидкости. Один сперматозоид входит в архегоний и сливается с яйцеклеткой, а другой сперматозоид погибает. Интегумент и нуцеллус впоследствии образуют оболочки семени, ткань эндосперма накапливает запас питательных веществ семени. Оплодотворенная яйцеклетка (зигота), делясь, формирует зародыш, находящийся в центре семени, окруженный тканью эндосперма.

Класс Шишконосные — Coniferophyta

К классу шишконосных — Coniferophyta порядку кордаитов — Cordaitales — относятся ископаемые древесные растения, бывшие в расцвете в каменноугольном периоде.

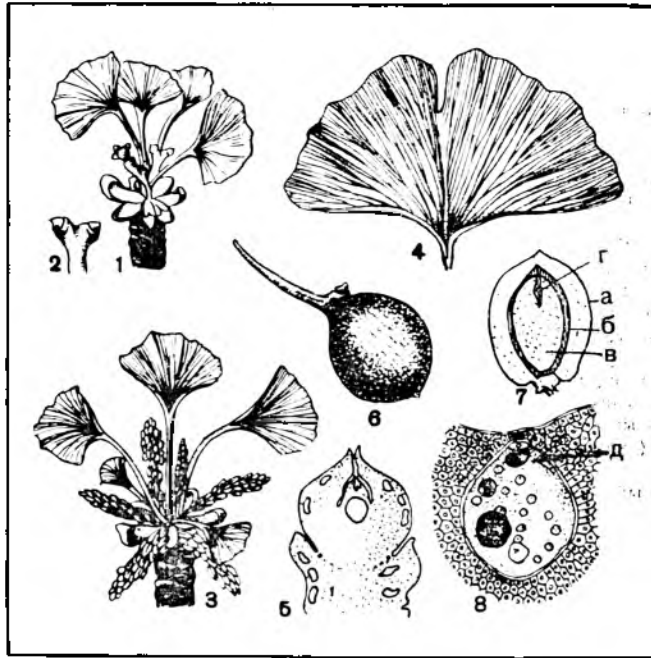
К порядку гинкго — Ginkgoales — относится дерево гинкго двулопастнолистный — *Ginkgo biloba* (рис. 186), единственный представитель этого порядка, дошедший до наших дней. Разводится главным образом в Китае и Японии, где у буддистов считается священным деревом. В СССР гинкго разводят на Черноморском побережье Кавказа, Южном берегу Крыма и других местах юга. Дерево достигает 40 м высоты и 1 м в диаметре; кора гладкая, темно-серая, листья треугольные черешковые с дихотомическим жилкованием, опадающие на зиму. Размножается, как все голосеменные, семенами. Растение двудомное. Микроспорангии (пыльники) образуются на микроспорофиллах, собранных в сережках. Мегаспорангии (семяпочки) образуются на мегаспорофиллах, имеющих вид листового черешка. Процесс размножения похож на описанный выше процесс у саговника.

Семя гинкго величиной с вишню, съедобно, снаружи имеет толстый слой сочных клеток, богатых жирными и аромати-

Порядок
Гинкго

186. Гинкго двулопастнолистный (*Ginkgo biloba*).

- 1 — побег с мегаспорофиллами;
 2 — мегаспорофилл с двумя семязначками;
 3 — побег с сережками из микроспорофиллов;
 4 — лист;
 5 — продольный разрез через семязначку;
 6 — семя;
 7 — продольный разрез семени;
 а — наружный сочный слой;
 б — твердый слой;
 в — эндосперм;
 г — зародыш;
 8 — архегоний;
 д — ядро яйцеклетки.



ческими веществами. Под сочным слоем лежит твердый слой из каменных клеток. В центре семени — эндосперм, богатый крахмалом. В эндосперме — зародыш с двумя семязначками.

Порядок Хвойные

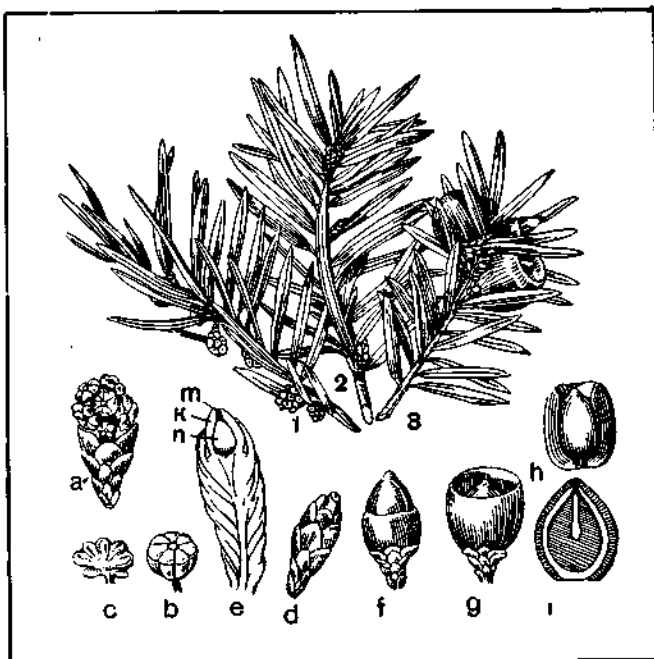
Порядок хвойные — Coniferales — из класса шишконосных представлены около 600 видами, которые широко распространены по всему земному шару. В порядке хвойных растений наиболее примитивным и древним является семейство араукариевых.

Араукария бразильская — *Araucaria brasiliensis* — дерево, достигающее 50 м высоты. Листья плоские клиновидные. Растет в Бразилии. В СССР разводится в Батуми, Сухуми, Ялте. Является красивым экзотическим декоративным деревом.

Также древним семейством являются тиссовые. Тип с обыкновенный — *Taxus baccata* (рис. 187) — произрастает в Карпатах, на Кавказе и в Крыму в виде деревьев. На Черноморском побережье Кавказа, в районе Хосты, есть заповедная тиссо-самшитовая роща, где охраняются древнейшие деревья. Тисс очень долгожителен: некоторые деревья уже достигли возраста нескольких тысячелетий. В высоту достигает 27 м. Имеет узкие, ланцетовидные листья, сверху блестящие темно-зеленые и снизу матовые бледно-зеленые; кора красноватая. Однодомен. «Цветет» весной. Микроспорофиллы (тычинки) развиваются с нижней стороны, ветви, на укороченных побегах. Мегаспорофиллы развиваются на побегах в пазухах листочков на конце ветви. На конце каждого такого несущего мегаспорофиллы побега имеется одна семязначка (мegasporangium). Семязначка окружена кольцевым сочным валиком, который при дальнейшем развитии превращается в красную чашечку (крючелку) и делает семя похожим на ягоду. Яркие красные «ягоды» привлекают птиц, которые съедают их вместе с семенами и таким образом со сво-

187. Тисс обыкновенный (*Taxus baccata*).

- 1 — ветвь с микроспорофиллами;
 2 — ветвь с мегаспорофиллами;
 3 — ветвь с семенами;
 а — побег с микроспорофиллами;
 в, с — микроспорофиллы;
 д — побег с мегаспорофиллами;
 е — продольный разрез через побег с мегаспорофиллами;
 т — пылцевход;
 к — интегумент;
 л — нуцеллус;
 f, g — созревающее семя с кровелькой;
 h — продольный разрез кровельки (видно все семя);
 i — продольный разрез семени.



ими экскрементами распространяют семена тисса, сохраняющие при этом всхожесть. Древесина («красное дерево») используется в столярном деле.

В СССР хвойные образуют необозримые лесные массивы. Это деревья и кустарники, имеющие обычно многолетние (3—10 лет) игловидные листья (хвою). Стебель утолщается вследствие деятельности камбиального кольца. В древесине хорошо видны годичные кольца. Древесина хвойных образована не сосудами, а трахеидами с окаймленными порами, которые занимают около 90% общего объема ксилемы. В корне и древесине развиты смоляные ходы. На корнях некоторых видов наблюдаются клубеньки с бактериями и микориза. Размножаются хвойные семенами. Только немногие виды, например кипарисовые, удается искусственно размножать черенками. Оплодотворение у хвойных открыто русским ботаником И. Н. Горожанкиным в 1880 г.

Типичным представителем хвойных из семейства сосновых является сосна обыкновенная, или сосна лесная — *Pinus silvestris* (рис. 188). Это высокое (до 40 м) вечнозеленое дерево. Хвоя растет попарно, на укороченных побегах. Мужские шишки (стробилы) собраны в колосовидные «соцветия», скученные у основания побегов текущего года, желтые. Женские шишки (стробилы) собраны по 1—3 на концах побегов. Шишки свисают книзу. Семена имеют пленчатое крыло. В пазухе каждой семенной чешуи находится по два семени.

Размножение сосны совершается следующим путем. Мужская шишка (стробил) представляет собой стержень, от которого во все стороны отходят микроспорофиллы, или тычинки, имеющие по два микроспорангия, или пыльцевых мешка, в которых развивается масса желтой пыльцы (рис. 189). Пыльца — клетка (микроспора), имеющая две оболочки: наружную, толстую, экзину и внутреннюю, тон-

188. Сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*).

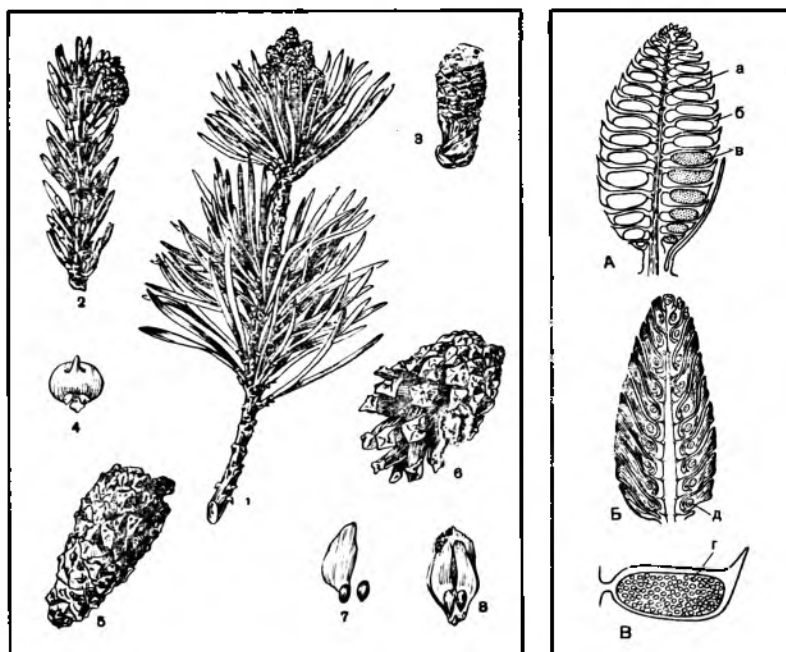
189. Продольные разрезы мужской (А) и женской (Б) шишек сосны и микроспорангия (В).

К рис. 188

1 — ветвь с мужскими шишками;
2 — ветвь с женской шишкой;
3 — женская шишка;
4 — чешуйка с семязпочками;
5, 6 — зрелые женские шишки;
7 — семя;
8 — чешуйка с семенами.

К рис. 189

а — стержень шишки;
б — микроспорофиллы;
в — микроспорангий;
г — микроспоры внутри микроспорангия;
д — семязпочка.
Увеличение:
А, Б — в 10 раз;
В — в 20 раз.



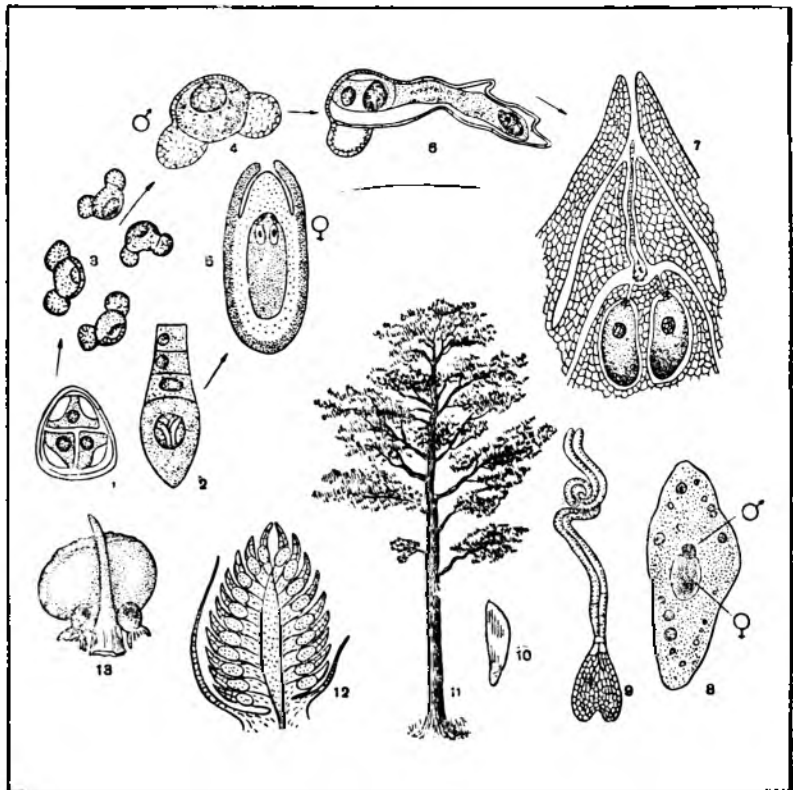
кую, интину. Экзина в двух местах образует пузыревидные мешки, которые способствуют переносу пыльцы ветром. В центре пыльцы (микроспоры) имеется ядро, окруженное цитоплазмой и дающее путем деления начало двум проталлиальным клеткам (заросток), которые вскоре отмирают. Следующее деление ядра образует антеридиальную клетку, впоследствии дающую два спермия, и вегетативную, образующую пыльцевую трубочку. Сперматозоиды здесь отсутствуют.

Женская шишка (см. рис. 188) представляет собой стержень, от которого во все стороны отходят чешуи двух родов: наружные бесплодные, называемые кроющими, и внутренние, называемые семенными, на которых образуется по две семязпочки (см. рис. 189). Семязпочка (видоизмененный мегаспорангий) снаружи имеет покров, или интегумент, с пыльцевходом на верхушке, обращенной вниз (рис. 190). В центре семязпочки, в ее нуцеллусе, развивается эндосперм, или заросток (женский гаметофит), образующийся из мегаспоры, возникающей путем редукционного деления, так что клетки заростка имеют гаплоидный набор хромосом. В верхушечной части эндосперма закладывается два упрощенных архегония, а в дальнейшем развивается только один из них. В архегонии созревает яйцеклетка.

Пыльцевое зерно, перенесенное обычно в начале июня ветром из созревшей тычлики на семязпочку, через микропиле поступает на нуцеллус и через год начинает прорастать (см. рис. 190). Из пыльцы вырастает длинная пыльцевая трубка, продвигающаяся через нуцеллус и эндосперм к архегонию. В это время в пыльце антеридиальная клетка делится на две клетки, называемые спермиями, которые по пыльцевой трубке спускаются к яйцеклетке. Конец пыльцевой трубки, достигнув яйцеклетки, лопаются, два спермия выливаются в

190. Схема цикла развития сосны.

- 1, 2 — тетрады микро- и мегаспор;
 3, 4 — пыльцевые зерна;
 5 — семечка с женским гаметофитом (двумя архегониями и эндоспермом);
 6 — проросшее пыльцевое зерно (мужской гаметофит);
 7 — прорастание пыльцевой трубки к архегониям;
 8 — оплодотворение;
 9 — развитие зародыша (спорофит);
 10 — семя;
 11 — взрослое дерево;
 12 — мужская шишка;
 13 — семенная чешуя с семечками;
 5, 7, 8, 9 — слабое увеличение;
 1, 2, 3, 4, 6 — сильное увеличение.



архегоний. Неподвижность мужских гамет (спермиев) у сосны, отсутствие у них жгутиков являются характерной отличительной особенностью по сравнению с подвижными сперматозоидами у гинкговых и саговниковых. Один спермий сливается с яйцеклеткой, т. е. происходит оплодотворение. Этот процесс, от опыления до оплодотворения, длится около года.

Впоследствии из оплодотворенной яйцеклетки образуется зародыш, из интергумента — кожура семян, в целом из семечки — семя. Зрелое семя имеет прозрачное крылышко, способствующее рассеиванию семян ветром. Этот процесс — от оплодотворения до рассеивания зрелых семян — длится около года. Таким образом, от начала образования женской шишки, когда она имеет красноватую и позже зеленоватую окраску, до полного ее созревания, когда она сильно вырастает, представляется высушенной, коричневой, проходит более двух лет.

Сосна лесная широко распространена в лесной и лесостепной зоне Европейской части СССР, Сибири и северного Казахстана, встречается она в степной зоне Европейской части СССР и на Дальнем Востоке. Растет обычно на песчаных и супесчаных почвах, а также на верховых, или сфагновых, торфяных болотах.

В медицине используются сосновые почки. Настоя хвой применяются для профилактики и лечения цинги, экстракт хвой — для лечебных ванн, терпентин и канифоль — для изготовления пластырей и мазей, скипидар — наружно, а также имеет различное применение в технике.

191. Ель обыкновенная (*Picea excelsa*).192. Пихта сибирская (*Abies sibirica*).

- 1 — ветвь с мужскими шишками;
 2 — женская шишка;
 3 — зрелая женская шишка;
 4 — чешуйка с семенами;
 5 — семена с летучкой.



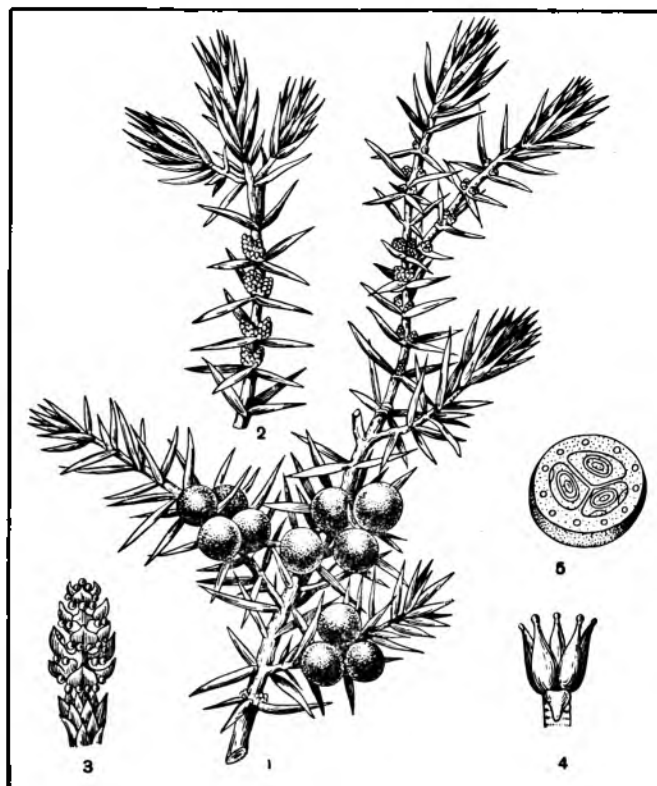
Близким к сосне обыкновенной видом является кедровая сосна, или сибирский кедр, — *Pinus sibirica*, растущий в Сибири и Приуралье Европейской части СССР. Отличается сибирский кедр от сосны обыкновенной прежде всего тем, что имеет хвою в пучках, по пяти, а не по две, как у сосны обыкновенной. Шишки сибирского кедра большие и имеют крупные семена с твердой кожурой. Это «кедровые орешки», употребляемые в пищу. Также употребляются в пищу еще более крупные семена сосны итальянской, или пинии, — *Pinus pinea*, произрастающей в культуре на Южном берегу Крыма и в Грузии.

Другим типичным представителем хвойных, из семейства сосновых, является ель обыкновенная — *Picea excelsa* (рис. 191), широко распространенная в средней и северной полосе Европейской части СССР, а также на Западной Украине, в Западной Белоруссии, в Карпатах. Ель имеет пирамидальную крону, достигает в высоту 50 м и в диаметре 2 м. Хвоя у ели одиночная, темно-зеленая, колючая, четырехгранная. Шишки длинные (10—15 см), свисающие вниз. Образует шишки ель в 30-летнем возрасте, весной. Шишки созревают к осени того же года, а семена рассеиваются зимой.

К семейству сосновых относится лиственница сибирская — *Larix sibirica*, распространенная в Сибири больше других древесных пород, на северо-востоке Европейской части СССР, а также разводимая повсеместно как декоратив-

193. Можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*).

- 1 — ветвь с женскими шишками и шишко-ягодами;
 2 — ветвь с мужскими шишками;
 3 — мужская шишка;
 4 — женская шишка;
 5 — поперечный разрез шишко-ягоды.



ное дерево. В высоту достигает 45 м. Лиственница сибирская имеет мягкую, пучками растущую, ежегодно опадающую хвою. «Цветет» в мае. Однодомна. Пыльца без воздушных мешков. Шишки мелкие, созревающие в течение того же года. Живица лиственницы является сырьем для получения скипидара и канифоли. Канифоль имеет широкое применение в промышленности.

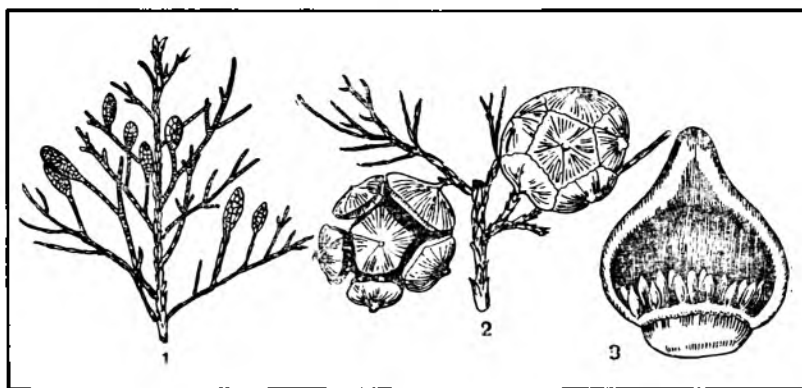
К семейству сосновых также относится пихта сибирская — *Abies sibirica* (рис. 192), очень распространенная в сибирской тайге, похожая на ель, но отличающаяся от нее прямостоячими, рассыпающимися при созревании шишками. Достигает в высоту 30 м. Имеет темно-зеленую, душистую, плоскую, тупую хвою. Цветет в мае — июне. Растение однодомное. Произрастает в Сибири и на северо-востоке Европейской части СССР.

Из хвои, коры и молодых ветвей добывается эфирное масло, из которого получается камфара, применяемая в медицине. Отвар из молодых игл и почек богат витаминами и используется при цинге. Свежая хвоя содержит до 0,32% аскорбиновой кислоты. Пихту часто сажают в парках как декоративное дерево.

Все перечисленные, очень распространенные представители порядка хвойных — сосна, кедр, ель, лиственница, пихта и др. — объединяются в одно семейство сосновых. Не менее интересны другие представители порядка хвойных из семейства таксодиевых — мамонтово дерево, или веллингтония, и объединяемые в семейство кипарисовых можжевельник и кипарис.

194. Кипарис пирамидальный (*Cupressus sempervirens*).

1 — ветка с мужскими шишками;
2 — ветка со зрелыми женскими шишками;
3 — мегаспоролистник со спорангиями.



Мамонтово дерево — *Sequoia gigantea*, или *Wellingtonia gigantea*, относится к семейству таксодиевых — *Taxodiaceae* — порядка хвойных. Является одним из самых крупных деревьев на свете, достигая в высоту 112 м и в диаметре 13 м. Растет в Калифорнии. Есть деревья в возрасте около 6000 лет. Имеет шиловидные многолетние листья, шишки 5–6 см длины и мелкие семена.

Можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*) (рис. 193) из порядка хвойных, семейства кипарисовых — *Cupressaceae*. Дерево или кустарник, достигающий в высоту 2–12 м. Вечнозеленый, долговечный: известны деревья в возрасте 2000 лет. Кора буроватая, шелушащаяся. Листья многолетние, колючие, игловидные; собраны по три в мутовке; имеют с верхней стороны светло-зеленую с синеватым налетом окраску, а с нижней — зеленую. «Цветет» в мае. Мужские шишки мелкие, желтые, собранные группами в пазухах листьев. В женской шишке нижние чешуи являются кроющими, а три верхние — плодущими и имеют по семяпочке. После опыления и оплодотворения эти верхние, плодущие чешуи разрастаются, становятся сочными, окружают созревающие орешковидные семена и образуют ложную ягоду (шишко-ягоду), имеющую черный с сизым налетом цвет. Созревают шишко-ягоды к осени на второй год после «цветения».

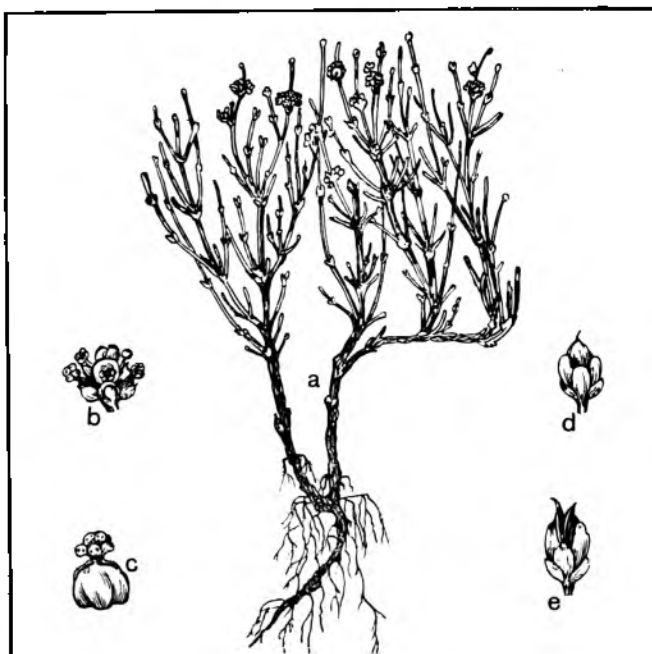
В СССР произрастает на Севере и в средней полосе Европейской части СССР, в Сибири, в подлеске хвойных и смешанных лесов.

В медицине применяются шишко-ягоды («плоды») можжевельника.

Кипарис пирамидальный — *Cupressus sempervirens* (рис. 194), также из семейства кипарисовых. Разводится на Черноморском побережье Кавказа и Крыма и в Средней Азии. Имеет красивую пирамидальную веретенообразную крону; достигает в высоту 30 м. Долговечен: может жить более 2000 лет. Листочки мелкие, чешуйчатые, плотно прижатые к стеблю, супротивные. Листья в железках содержат эфирное масло (*Oleum supressi*). Кипарис — однодомное растение. Мужские споролистники собраны на концах веточек в удлиненных шишечках, а женские — также в округлых шишечках. Созревшая женская шишечка имеет около 3 см в поперечнике. Семена мелкие, плоские. Древесина используется для изготовления мебели.

195. Кузмичева трава (*Ephedra distachya*).

а — мужское растение;
 б — соцветие мужских
 «цветков»;
 в — мужской «цветок»;
 д, е — женские «цвет-
 ки».



Класс Покровосеменные — *Chlamydospermatophyta*

Представляют интерес особенности растений, относящихся к классу покровосеменных — *Chlamydospermatophyta*: 1) наличие у мужских и женских цветков особого покрова, аналогичного околоцветнику покрытосеменных; 2) отсутствие у некоторых архегония; 3) наличие в древесине сосудов; 4) отсутствие в древесине смоляных ходов. Эти особенности растений позволили некоторым исследователям рассматривать их как переходные от голосеменных к типу покрытосеменных.

Порядок Эфедровые

Представителем класса покровосеменных порядка эфедровых является кузмичева трава, или эфедра двуколосковая, или хвойник двуколосковый, — *Ephedra distachya* L., или *E. vulgaris* Rich (рис. 195), произрастающая в юго-восточных степях и полупустынях Европейской части СССР, в Крыму, на Кавказе, в Западной Сибири и Средней Азии. Это ветвистый вечнозеленый кустарник высотой до 40 см, похожий внешне на хвощ. Зеленый, ребристый, членистый стебель несет на себе незаметные чешуйчатые супротивные листья.

Растение двудомное. «Цветет» в мае—июне. Мужские «цветки» собраны в соцветия — колоски. Каждая тычинка окружена двумя листочками, покровами (подобными околоцветнику) и растет в пазухе чешуйчатого листа. Женские «цветки» также имеют покровы, в центре которых находится семязпочка. Семязпочка имеет нуцеллус, внутри которого развивается эндосперм с архегониями. Нуцеллус окружен интегументом, образующим длинный вырост, подобный рыльцу пестика покрытосеменных. Вся семязпочка заключена в особый покров. Из семязпочки после оплодотворения развивается

семя, имеющее снаружи сочный, а под ним твердый покров, чем напоминает плод типа костянки.

В южном Казахстане, в Узбекской и Киргизской ССР распространены близкие к кузмичевой траве виды: эфедра хвощевая — *E. equisetina*, и эфедра средняя — *E. intermedia*. В растениях этих видов содержится намного больше, чем в кузмичевой траве, ценных лекарственных веществ. Так, алкалоидов эфедрина и псевдоэфедрина в зеленых ветках этих видов 2—3%. В медицине эти алкалоиды применяются при лечении болезней сердечно-сосудистой и нервной систем, бронхиальной астмы и при других заболеваниях.

Экономическое значение хвойных

Из классов растений, входящих в тип голосеменных, особенно большое хозяйственное значение имеет класс шишконосных, порядок хвойных. Так, древесина сосны, ели и других видов является распространенным строительным материалом и еще более распространенным топливом. Древесина сосны — строительный лес. Древесина ели и можжевельника используется обычно как поделочный материал. Древесина ели идет на приготовление бумаги, употребляется при изготовлении музыкальных инструментов. Особенно плотная, твердая древесина у тисса и кипариса, и потому ее используют для токарного дела, для резьбы по дереву и т. п.

Кора лиственницы содержит 10% дубильных веществ. Кора ели также богата дубильными веществами, и потому они применяются для дубления кож.

В семенах кедр — «кедровых орешках» — содержится 50% и более жирного масла, ценного в пищевом и техническом применении. «Ягоды» можжевельника также используются в пищевой промышленности. Хвоя сосны богата витамином С; из нее также добывается эфирное масло, применяющееся в медицине как сосновый экстракт для ванн. Из смол и бальзамов хвойных растений добываются скипидар и канфоль (особенно из пихты), древесный уксус (особенно из кедр).

Особенности голосеменных

Рассматривая приведенные растения, представляющие тип голосеменных, следует отметить ряд его особенностей. У голосеменных растений имеется чередование бесполого и полового поколений. Бесполое поколение, спорофит, стало многолетним крупным растением сложного строения. Половое поколение, гаметофит, стало кратковременным, мелким, крайне упрощенным, приспособленным только к осуществлению полового размножения. Гаметофит стал разнополым (у папоротникообразных гаметофит двуполой, только у разноспоровых раздельнополый), стал развиваться на спорофите (у папоротникообразных гаметофит развивается самостоятельно, на земле). Споролитики стали развиваться преимущественно в шишках или других органах, гомологичных цветку, на концах побегов. Микроспорангии превратились в пыльцевые мешки (гнезда пыльников), а мегаспорангии — в семязачки. Подвижные сперматозоиды, нуждающиеся в воде для своего передвижения, превратились в неподвижные спермии, приносимые в архегоний пыльцевой трубкой.

Таким образом, у голосеменных половой процесс оказывается все более приспособленным к отсутствию водной среды. Корень хорошо развит и стал обеспечивать растению доставку воды и минеральное питание. У саговников впервые появляется стержневой корень. Получило развитие явление вторичного утолщения стебля. Впервые появившееся у семенных папоротников семя получило дальнейшее развитие (семя, как мы видим, появляется в процессе эволюции раньше цветка и плода). Семена позволяли растениям долго сохранять скрытые в них зародыши при неблагоприятных погодных условиях. Семена давали растениям возможность расселяться в глубину материков, покидать побережья. Очевидно, саговниковые произошли от семенных папоротников.

Беннеттитовые, как возможные предки покрытосеменных

К классу саговниковых растений принадлежит порядок беннеттитов — *Bennettitales*. Это не существующие ныне, известные только по ископаемым остаткам растения. Они, по мнению некоторых исследователей, являются переходными между голосеменными и покрытосеменными. У беннеттитов в пазухах листьев развивались похожие на цветки органы, состоящие из кроющих листьев, подобных околоцветнику, микроспоролистиков, подобных тычинкам, и в центре похожих на стержень мегаспоролистиков с верхушечной семяпочкой. Семяпочки имели пыльцевход. У семян были две семядоли. Беннеттиты могли опыляться не только ветром, но и сосущими насекомыми, которых имелось множество в период расцвета беннеттитов.

Тип Покрытосеменные — *Angiospermae*

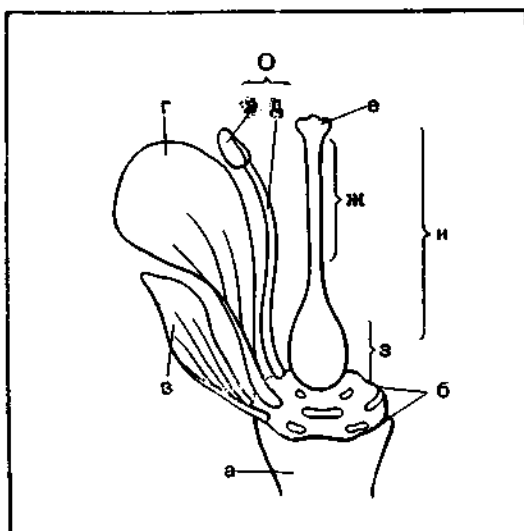
Покрытосеменные — деревянистые или травянистые растения с хорошо развитыми, очень разнообразными корнями, стеблями и листьями. Богатое разнообразие покрытосеменных объясняет их высокую приспособляемость к разнообразным условиям среды. По сравнению с голосеменными и другими типами растительного мира для покрытосеменных характерны следующие особенности: 1) наличие таких новых органов, как пестик и плод; 2) покрытие семян околоплодником (почему и тип получил название покрытосеменных); 3) дальнейшая редукция мужского и женского гаметофитов; 4) двойное оплодотворение; 5) настоящие цветки; 6) наличие в древесине разнообразных настоящих сосудов.

Виды типа покрытосеменных растений стоят на первом месте по своему сложному химическому составу и по разнообразию протекающих в них физиологических реакций.

В жизни и хозяйственной деятельности человека покрытосеменные растения также имеют большее значение, чем растения других типов.

196. Части цветка.

- а — цветоножка;
 б — цветоложе;
 в — чашелистик;
 г — лепесток;
 д — тычиночная нить;
 е — пыльник;
 о — тычинка;
 ж — рыльце;
 з — столбик;
 и — завязь;
 н — пестик (схема).



Цветок является характерным отличительным органом покрытосеменных растений, поэтому перейдем прежде всего к его изучению.

Цветок (Flos)

Половое размножение у покрытосеменных растений осуществляется посредством специальных органов — цветков и образующихся из них плодов и семян.

Цветок является укороченным видоизмененным побегом. Он развивается, как всякий побег, из почки. В цветке образуются споры (микро- и мегаспоры) и гаметы, происходит опыление и оплодотворение. Из частей цветка развивается плод с семенами.

Цветок состоит из следующих частей (рис. 196): цветоножки — стеблевой части цветка, соединяющей цветок со стеблем; цветоложа — расширенного верхнего конца цветоножки, к которому прикрепляются все другие части цветка; чашелистиков, составляющих наружную часть околоцветника — чашечку; лепестков, составляющих венчик, внутреннюю часть околоцветника; тычинок (или микроспорофиллов, составляющих андроцею, располагающийся в венчике), одного или многих пестиков, состоящих из мегаспорофиллов (плодолистиков), составляющих гинецею и расположенных в центре цветка.

Цветоножка и цветоложе являются видоизмененным стеблем побега, а чашелистики, лепестки, тычинки и срастающиеся в пестик плодолистики представляют собой видоизмененные листья побега. Цветок кувшинки служит ярким доказательством того, что тычинки произошли из лепестков, а лепестки — из листьев. В цветке кувшинки краевые, наружные чашелистики очень похожи на листья (с наружной стороны они имеют зеленый цвет, а с внутренней — белый), ближе к центру цветка находятся белые лепестки, а еще ближе к центру они уменьшаются, становятся узкими и на их верши-

197. Тычинки и лепестки из цветка кувшинки.



не появляются зачатки пыльников; наконец, в центре цветка они являются настоящими тычинками (рис. 197). Превращение у махровых цветков тычинок в лепестки, например у пеонов, также доказывает происхождение тычинок из лепестков¹.

Цветоножка

Цветоножка у цветков некоторых видов растений отсутствует. Тогда цветок сидит непосредственно на стебле и называется сидячим, например цветки в корзинке подсолнечника (см. рис. 313).

Цветоложе

Цветоложе у цветков разных видов бывает разное — то плоское, то выпуклое, то сильно вытянутое, то вогнутое: выпуклое — у лютика (см. рис. 228), сильно вытянутое — у малины (см. рис. 272), вогнутое — у шиповника (см. рис. 276). Части цветка на цветоложе располагаются или по спирали (например, у горичвета), или по окружности (например, у цитрусовых). Есть и смешанное расположение, т. е. расположение чашелистиков и лепестков по окружности, а тычинок и пестиков — по спирали (например, у магнолии и большинства видов лютиковых).

Цветок развивается из почки, находящейся обычно в пазухе листа. Такой лист называется кроющим (см. рис. 200 и 248).

Листья, обычно видоизмененные, растущие на цветоножке, называются прицветниками (см. рис. 261 и 247).

Чашечка

Чашечка (Calyx) состоит из отдельных или сросшихся чашелистиков (Sepala) и потому называется или раздельнолистной (например, у лютика), или срайнтольной (например, у первоцвета). Сросшиеся чашелистики в нижней части могут образовать трубочку. Чашечка обычно бывает зеленого цвета. У некоторых видов, например у борца ядовитого, живокости, чашечка бывает ярко окрашенной. Чашелистики у разных видов бывают различной формы — ланцетовидной, шиловидной, треугольной и т. п. Если чашелистики одной и той же чашечки имеют разную форму, как, например, у живокости, то чашечка называется неправильной, если одинаковую — правильной. Иногда чашечка опадает или при распускании бутона (например, у мака), или после цветения (например, у лютика). Обычно чашечка засыхает и опадает после цветения. Иногда, например

■ ¹ Следует отметить, что происхождение венчика многими исследователями рассматривается как видоизменение микроспорофиллов (тычинок).

198. Лепестки.

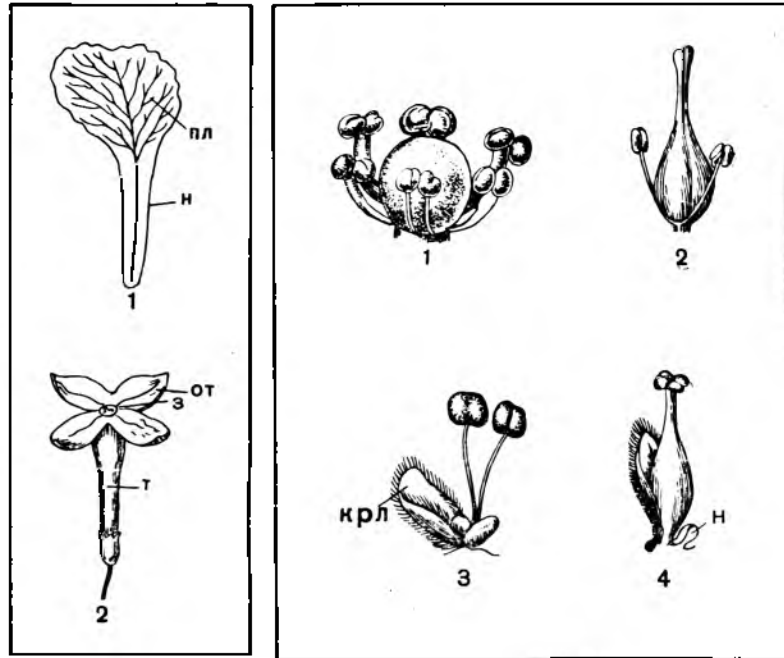
199. Голые цветки.

К рис. 198

1 — свободный лепесток;
 пл — пластинка;
 н — ноготок;
 2 — сросшиеся лепестки;
 от — отгиб;
 з — зев;
 т — трубочка.

К рис. 199

1 — обоеполый цветок белокрыльника;
 2 — обоеполый цветок ясеня;
 3 — однополый тычиночный цветок ивы;
 4 — однополый пестичный цветок ивы;
 крл — кроющий лист;
 н — нектарник.



у белены, мяты, чашечка сохраняется после цветения и окружает плод. По анатомии своей чашелистики подобны листьям.

Венчик

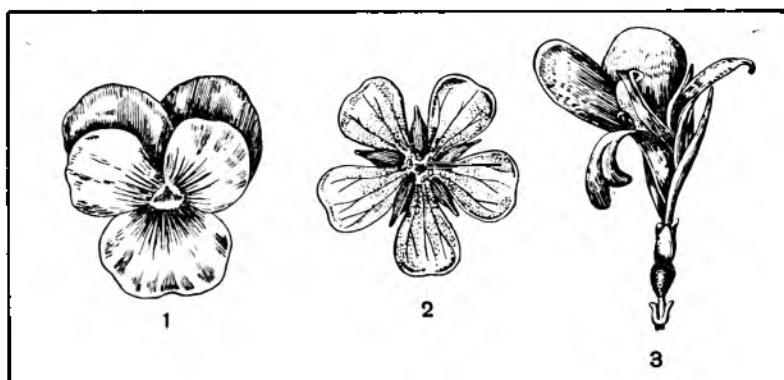
Венчик (Corolla) состоит из отдельных или сросшихся лепестков (Petala) и потому называется или раздельнолепестным (например, у лютика, мака), или спайнолепестным (например, у первоцвета, белладонны, ландыша). Венчик обычно бывает ярко окрашенным и по размеру больше чашечки. Окраска венчика обуславливается антоцианом, антохлором, каротиноидами в его лепестках. Белая окраска венчика обуславливается воздушными полостями в лепестках. Лепестки у разных видов бывают различной формы. В свободном лепестке различают две части: пластинку — верхнюю расширенную отогнутую часть и ноготок — нижнюю суженную часть. У сросшихся лепестков (например, у львиного зева) различают три части: отгиб — верхние несросшиеся части, трубочку — нижние сросшиеся в трубочку части и зев — место перехода трубочки в отгиб (рис. 198). Венчик, как и чашечка, бывает правильным и неправильным. Венчик при отцветании засыхает и сбрасывается. Анатомия лепестков сходна с анатомией листьев. Паренхима лепестков бесцветна: эпидерма окрашена; проводящая ткань развита очень слабо; механическая ткань обычно отсутствует.

Околоцветник

Чашечка и венчик составляют околоцветник. Если в околоцветнике наблюдаются хорошо различимые чашечка и венчик, то околоцветник называется двойным, или сложным (например, у земляники, яблони, наперстянки). Если околоцветник состоит из одинаковых по окраске листочков, то такой околоцветник называется простым (например, у лилии, тюльпана). Простой околоцветник (Perigonium) может быть ярко окрашенным и походить на венчик, — тогда он на-

200. Симметрия околоцветника.

- 1 — неправильный цвет-
тон;
2 — правильный цве-
ток;
3 — асимметричный
цветок.



зывается венчиковидным (например, у тюльпана, лилии); или может быть зеленым и походить на чашечку, — тогда она называется чашечковидным (например, у свеклы, крапивы, конопли).

У некоторых видов совсем нет околоцветника (например, у ясени, ивы). В таком случае цветки называются голыми, или беспокровными (рис. 199).

На околоцветнике, на видоизмененных сросшихся лепестках (например, у живокости) или на тычинках, или на пестиках, или на цветоложе наблюдаются железки, называемые нектарниками. Нектарники имеются у растений, опыляемых насекомыми. Нектарники выделяют нектар, содержащий от 2 до 72% глюкозы, сахарозы и фруктозы, являющихся пищей для насекомых. Нектар привлекает насекомых в цветок и способствует перекрестному опылению. Нектарники выделяют малые количества нектара, но в течение длительного времени. Пчела собирает 1 г меда с 1500 цветков белой акации или с 6000 цветков красного клевера.

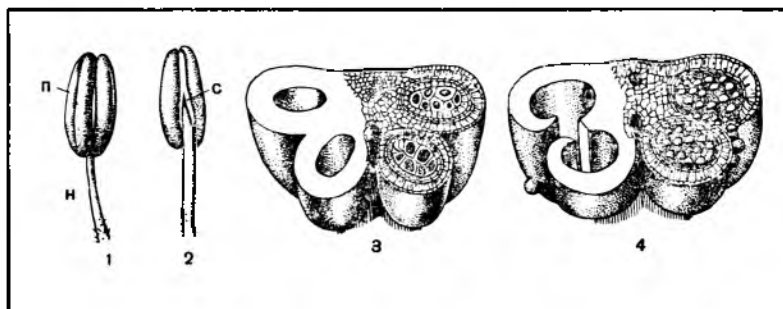
Признаки пола

Цветок, в котором развиваются и тычинки, и пестик (или пестики), называется обоеполым. Цветок, в котором развиваются только тычинки или только пестики (или пестик), называется однополым, тычиночным, или мужским, и пестичным, или женским. Цветки тычиночные обозначаются значком ♂, цветки пестичные — значком ♀. Обоеполые цветки обозначаются значком ♂. Очевидно, однополые цветки произошли из обоеполых, так как в однополых цветках часто наблюдаются недоразвившиеся органы другого пола. Цветки, в которых не развиваются ни тычинки, ни пестики, называются бесполом. Бесполое цветки, например, наблюдаются у подсолнечника по краю его корзинки. К бесполом цветкам относятся махровые цветки, в которых тычинки и плодolistики превратились в лепестки, например у пеоны, розы.

Однополые цветки могут находиться на одном и том же растении. В таком случае оно называется однодомным, например кукуруза, тыква, огурец, лещина, дуб, бук. Другие виды несут однополые цветки разного пола на различных растениях. Такие растения называются двудомными, например конопля, тополь, осина, ива, щавель. Есть виды, имеющие на одном растении и однополые, и обоеполые цветки. Такие растения называются многодомными, например яблоня, дыня, георгина, конский каштан.

201. Тычинки

1, 2 — тычинка с двух сторон;
н — тычиночная нить;
п — пыльник;
с — связник;
3, 4 — поперечные разрезы развивающегося (3) и зрелого, вскрывшегося (4) пыльника; левые гнезда показаны пустыми (схема).



Около 75% видов покрытосеменных растений имеет обоеполые цветки. Около 5% видов являются двудомными.

Признаки симметрии

Если через ось цветка, проходящую через пестик, цветоножку и цветоножку, провести плоскость, то она расщепит цветок на две симметричные части. Такую воображаемую плоскость называют плоскостью симметрии. Все разнообразие цветков можно свести к следующим трем категориям (рис. 200): 1) правильный, или актиноморфный, цветок, для которого можно вообразить несколько плоскостей симметрии (радиальная симметрия), делящих цветок на совершенно симметричные части (например, у яблони, вишни); 2) неправильный, или зигоморфный, цветок, для которого мыслима только одна плоскость симметрии (например, у гороха, акации, львиного зева); 3) асимметричный цветок, для которого не существует ни одной плоскости симметрии (например, у капусты).

Андроцей

Андроцей (Androeum) состоит из тычинок, являющихся микроспорофиллами. Каждая созревшая тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника, прикрепляющегося к нити посредством связника (рис. 201). В каждом пыльнике имеется обычно четыре вместилища, называемых гнездами, в которых развиваются многочисленные пыльцевые зерна, или пыльца.

Тычинки очень разнообразны по форме. Есть тычинки, имеющие очень короткую нить (например, у магнолии, фиалки). Есть тычинки, не имеющие тычиночной нити. Число тычинок у разных видов варьирует от одной до нескольких сотен.

Тычинки бывают отдельными и сросшимися, образующими один пучок сросшихся нитями тычинок (например, у мальвы, гороха), или трубочку спаянных пыльниками тычинок (например, у семейства сложноцветных). У некоторых видов тычинки срастаются с венчиком или с пестиком.

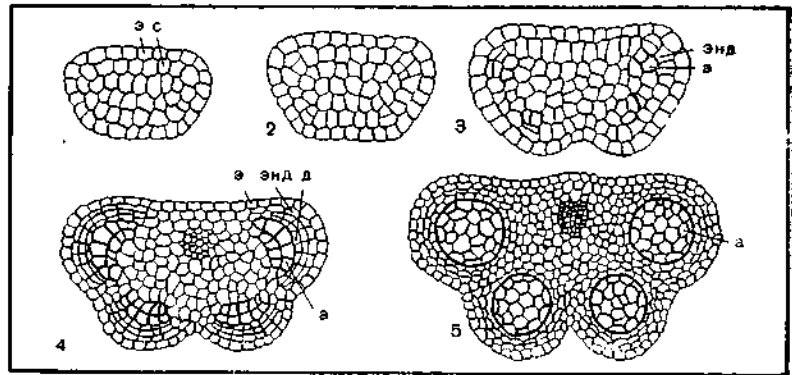
Тычиночная нить имеет проводящий пучок, соответствующий средней жилке листа, и немного мезофилла вокруг него. В проводящем пучке наблюдаются спиральные сосуды и ситовидные трубки. Снаружи тычиночная нить покрыта слоем эпидермы, часто имеющей кутикулу.

Развитие пыльника тычинки

Пыльники развиваются следующим образом. Еще в молодом бутоне, в его конусе нарастания, состоящем из меристемы, по сторонам конуса можно видеть под микроскопом бугорки, из которых впоследствии разовьются тычинки. Сначала развиваются пыльники, позже образуется тычиночная нить. В ранней стадии развития в таком бугорке наблюдаются только одинаковые меристематические клетки. Позже

202. Поперечные срезы развивающегося пыльника.

э — клетка эпидермы;
с — субэпидермальная
клетка;
энд — клетка эндоте-
лия;
д — клетка тапетума;
а — клетка археспо-
рия (схема).



в четырех местах бугорка, соответствующих четырем будущим гнездам пыльников, из клеток, лежащих под эпидермой (субэпидермальных), формируются крупные клетки. Это археспориальные клетки (рис. 202). Начинается микроспорогенез.

По мере роста пыльника, археспориальные и окружающие их клетки делятся и в конце концов развивается зрелый пыльник, состоящий из следующих тканей: 1) наружный слой клеток эпидермы; 2) лежащий под эпидермой слой клеток, называемый эндотецием, впоследствии образующий фиброзный слой одревесневших клеток, способствующий вскрыванию пыльника; 3) разрушающийся слой (или два) клеток, впоследствии идущих на питание пыльцы; 4) слой крупных клеток, граничащих с археспорием, называемых выстилающим слоем, или тапетумом; впоследствии этот слой будет выстилать гнезда пыльников и пойдет на питание пыльцы; 5) археспориальные клетки, наполняющие собой гнезда пыльника.

Микроспорогенез

Размножившиеся археспориальные клетки, наполняющие гнездо пыльника, образуют материнские клетки пыльцы. Каждая материнская клетка пыльцы делится дважды и из нее образуются четыре (тетрада) микроспоры (рис. 203). Первое из этих двух делений является гетеротипическим делением мейоза, при котором число хромосом уменьшается вдвое, поэтому микроспоры имеют гаплоидное (n) число хромосом. На этом микроспорогенез заканчивается.

У некоторых видов, например у орхидных, тетрады не распадаются на отдельные микроспоры, а слипаются и образуют ком пыльцы, называемый поллинием.

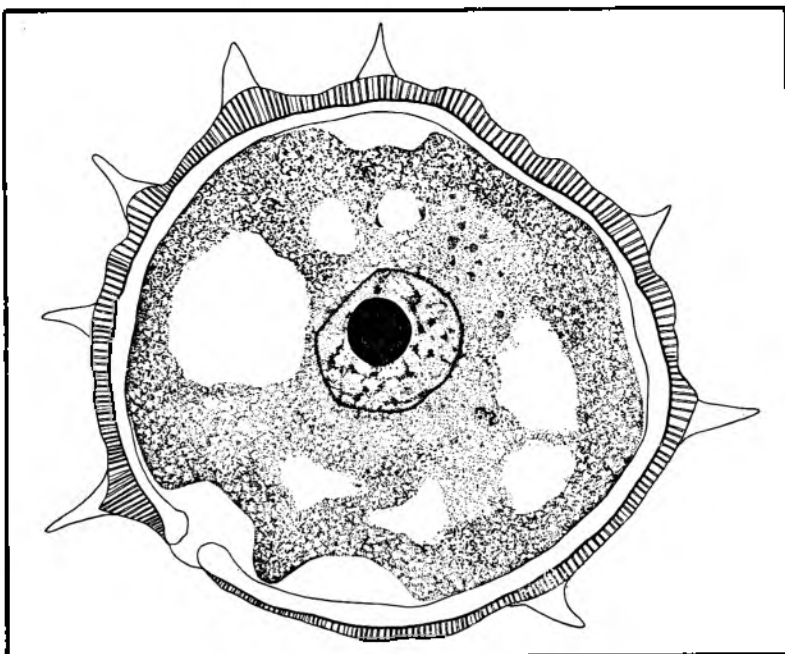
Проращивание
микроспоры

В каждой микроспоре ядро делится, образуя вегетативное и генеративное ядра. Этим начинается развитие мужского гаметофита и микроспоры превращаются в пыльцу. Генеративное ядро вместе с окружающей его протоплазмой обособляется в отдельную клеточку, называемую генеративной клеткой (рис. 204). Таким образом, в одноклеточной пылинке образуется генеративная клетка. Впоследствии эта генеративная клетка разделится на две клетки, называемые спермиями и являющиеся мужскими гаметами. Деление генеративной клетки на спермии у одних видов (например, видов семейств злаков, сложноцветных) происходит в пыльце, у других видов (например, у семейств орхидных, норичниковых) — в пыльцевой трубке при проращивании пыльцы.

203. Разрез через одноядерную пыльцу (микроспору) хлопчатника.

(объяснения см. в рис. 204).

Увеличение в 800 раз.



204. Разрез через зрелую пыльцу хлопчатника.

1 — вегетативное ядро;
2 — генеративная клетка;

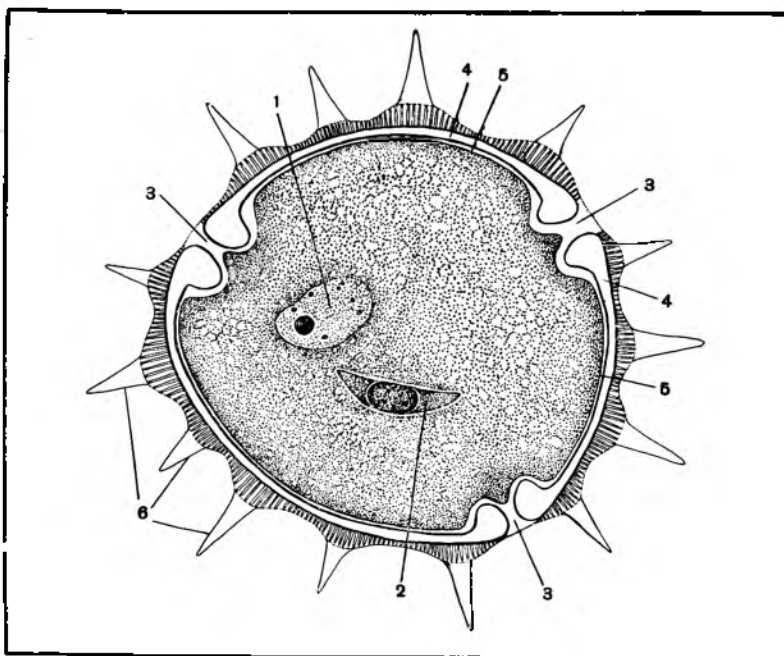
3 — пора;

4 — экзина;

5 — интина;

6 — шипики.

Увеличение в 800 раз.



Пыльца и мужской гаметофит

Зрелые пыльцевые зерна у разных видов имеют различную форму: шаровидную, эллиптическую, тетраэдрическую и т. п. Величина их колеблется от 5 до 200 μ в поперечнике. Пыльца тычквы имеет около 200 микрон в поперечнике. Зрелая пыльца имеет две оболочки: наружную — относительно толстую, частично кутилизированную, обычно желтую, называемую экзиной, и внутреннюю — тонкую, пектиновую, называемую

мую и пттиной (см. рис. 204). На эскине образуются у разных видов разнообразные выступы, шипики, бугорки, сеточки и т. п., благодаря которым пылинки прочнее удерживаются на рыльце пестика, так что по морфологии пыльцы можно определить принадлежность ее тому или иному виду. Можно, например, пользуясь микроскопическим анализом пыльцы из медовых сот, определить происхождение меда. Эскина имеет поры. Протоплазма пыльцевого зерна содержит запасные питательные вещества: крахмал, сахар, масло и др.

Созревший пыльник вскрывается у разных видов растений по-разному; или давая трещины в своих оболочках, или открывая клапаны или дырочки на верхушке пыльников, и зрелая пыльца высыпается из пыльника наружу и так или иначе переносится на рыльце.

Гинецей

Гинецей (*Gynoeceum*) состоит из одного (например, у белладонны) или многих (например, у горичвета) пестиков. Каждый пестик образован одним или несколькими сросшимися плодolistиками, или мегаспоролистиками (мегаспорофиллами). Каждый созревший пестик обычно состоит из нижней расширенной части — завязи, средней цилиндрической части — столбика и верхней немного расширенной части — рыльца (см. рис. 206).

Пестики очень разнообразны по форме. У некоторых видов у пестика наблюдается несколько рылец или несколько столбиков (например, у ириса, льна, ревеня). У некоторых видов столбик отсутствует и рыльце находится непосредственно на завязи (например, у мака, тюльпана); в таком случае рыльце называют сидячим. Рыльца у разных видов бывают различной формы. Например, у вишни, сливы, гороха, лилии, рыльце головчатое, у валерианы — двухлопастное, у колокольчика — трехлопастное, у мака — звездчатое, у пшеницы и других злаков — перистолопастное и т. д. В завязи образуется одна или много полостей, называемых гнездами, в которых развиваются семечки, или мегаспорангии, из которых после оплодотворения развиваются семена. В зависимости от числа гнезд в завязи различают одногнездные, двугнездные, трехгнездные и т. д. завязи.

Число столбиков, лопастей рылец, гнезд завязи может указывать на число плодolistиков, образующих пестик.

Анатомия пестика подтверждает происхождение составляющих его плодolistиков из листьев. Они, как и листья, имеют верхнюю и нижнюю эпидерму, а между эпидермой находится паренхимная ткань. Проводящие пучки плодolistиков соответствуют жилкам листа.

Завязь

В зависимости от положения по отношению к остальным частям цветка завязь может быть верхней, средней, полунижней и нижней, а цветок — соответственно подпестичным, околопестичным, полунадпестичным и надпестичным.

Верхней, или свободной, завязь называется в тех случаях, когда все другие части цветка прикрепляются к цветоложу ниже или рядом с завязью и цветок является подпестичным (например, у мака, ландыша) (рис. 205).

Верхней же, или средней, завязь называется в тех случаях, когда цветоложе разрастается, превращаясь в бокал (гипантий), на дне которого находится свободная завязь, а к верхнему краю цветоложа прикреплены все части цветка и он является околопестичным (например, у вишни, сливы).

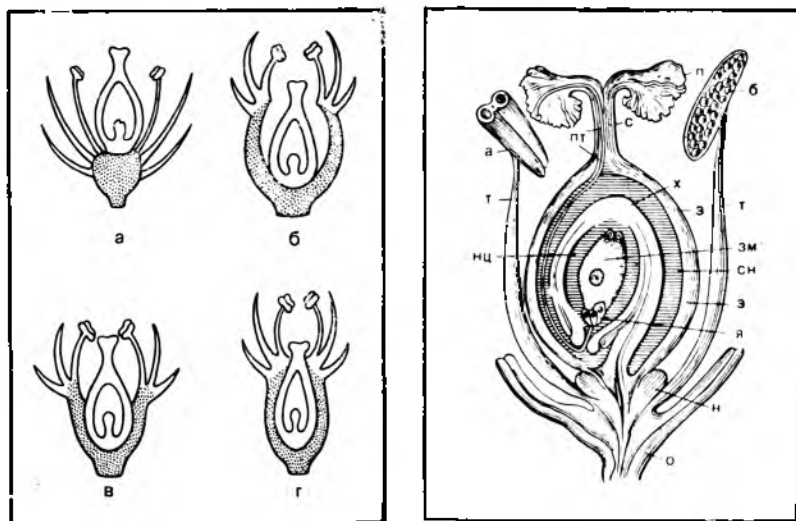
205. Положение завязи в цветке. 206. Продольный разрез части цветка.

К рис. 205

а — завязь верхняя, цветок подпестичный;
б — завязь средняя, цветок околопестичный;
в — завязь полунижняя, цветок полунадпестичный;
г — завязь нижняя, цветок надпестичный (схема).

К рис. 206

о — цветоложе;
п — нектарник;
т — тычинки;
а — пыльник, разрезанный поперек;
б — пыльник, разрезанный продольно;
з — стенка завязи;
с — столбик;
п — рыльце;
си — полость завязи;
х — халаза;
нц — нуцеллус;
зм — зародышевый мешок;
пт — пыльцевая трубка;
я — яйцеклетка (схема).



Полунижней завязь называется в тех случаях, когда цветоложе срастается со стенками завязи так, что она наполовину погружена в цветоложе. Цветок в таких случаях называется полунадпестичным (например, у крушины, жимолости).

Нижней завязь называется в тех случаях, когда стенки ее полностью срастаются с бокаловидным цветоложем или погружены в него, а части цветка оказываются расположенными над завязью и цветок является надпестичным (например, у яблони, груши).

Семяпочки

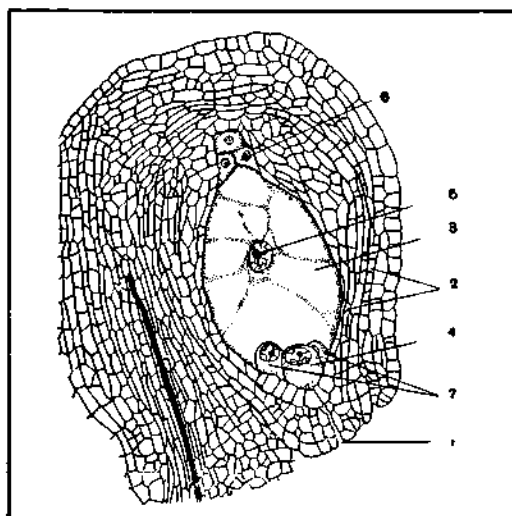
Семяпочки, развивающиеся в гнездах завязи, прикрепляются своими семяножками обычно к краям плодолистиков, составляющих пестик. Эти места в завязи, к которым прикрепляются семяпочки и через которые происходит их питание, называются **п л а ц е н т а м и**, или **с е м я н о с д а м и**. У разных видов в завязи образуется различное число семяпочек (а впоследствии семян) от одного (например, у пшееницы) до нескольких тысяч (например, у мака).

Развитие семяпочек протекает одновременно с развитием тычинок, с развитием всего цветка. Закладываются семяпочки, как и тычинки, в виде меристематических бугорков. Зрелая семяпочка состоит из **с е м я н о ж к и**, одного или двух покровов, или **и н т е г у м е н т о в**, и ядра семяпочки, или нуцеллуса, в котором находится **з а р о д ы ш е в ы й м е ш о к** (рис. 206). Покровы семяпочки, или интегументы, плотно покрывающие ядро семяпочки, на верхушке ее имеют узкий канал, называемый **п ы л ь ц е в х о д о м**, или **м и к р о п и л е**. Основание нуцеллуса и семяпочки называется **х а л а з о й**. Место прикрепления семяножки к семяпочке называется **р у б ч и к о м**.

В зависимости от изогнутости семяножки и самой семяпочки различают прямые, или атропные, изогнутые и обратные, или анатропные, семяпочки. В зависимости от расположения семяпочек в завязи различают **п р я м о с т о я ч и е** семяпочки, растущие прямо, вертикально надне завязи (например, у семейств гречишных, маревых, крапивных, сложноцветных), **в и с я ч и е** семяпочки, растущие,

207. Зародышевый мешок.

- 1 — пылцевход;
2 — покровы семязачатка;
3 — зародышевый мешок;
4 — яйцеклетка;
5 — вторичное ядро;
6 — антиподы;
7 — синергиды.



Мегаспорогенез

так сказать, с потолка завязи и свисающие вниз (например, у семейств валериановых, зонтичных, ворсянковых), и боковые, растущие на боковых стенках завязи или плаценты.

Зародышевый мешок развивается в нуцеллусе следующим образом. В слое меристематических клеток под эпидермой против пылцевхода разрастается одна клетка и становится резко отличной от прочих паренхимных клеток нуцеллуса. Это археспориальная клетка. Так начинается мегаспорогенез, или макроспорогенез. Археспориальная клетка делится дважды и получается четверка (тетрада) клеток (мегаспор). Так как первое из этих делений является гетеротипическим, то все четыре клетки содержат гаплоидное (n) число хромосом. Так заканчивается мегаспорогенез. Одна из мегаспор, лежащая глубже всех, разрастается, а три остальные деградируют и рассасываются. Из разросшейся крупной мегаспоры, называемой материнской клеткой зародышевого мешка, развивается зародышевый мешок. Начинается развитие женского гаметофита.

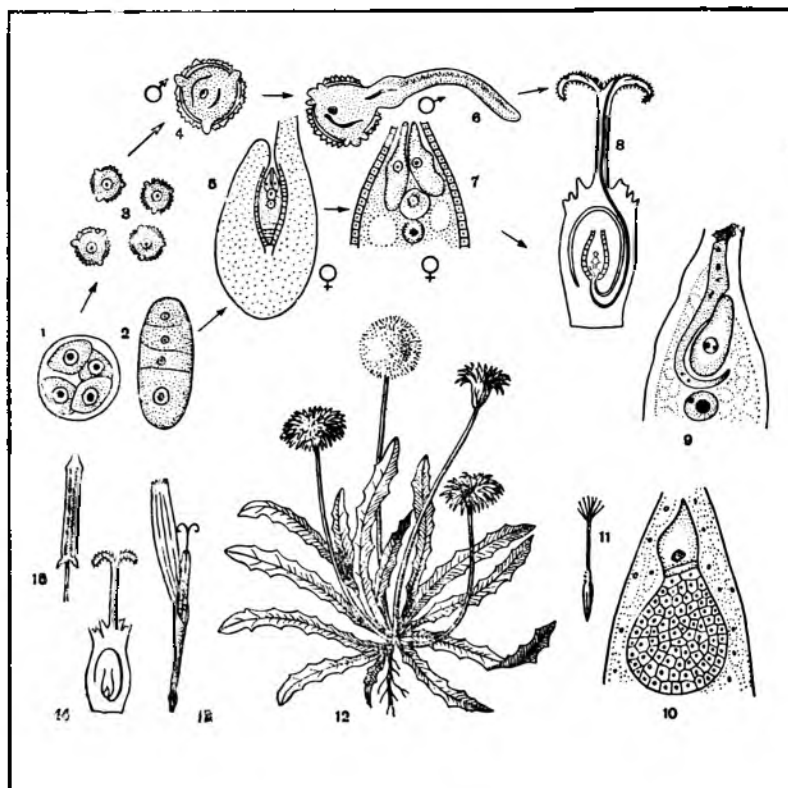
Женский гаметофит

Ядро мегаспоры делится 3 раза и в результате в клетке получается 8 ядер, которые (рис. 207; см. рис. 206) размещаются следующим образом. В верхнем конце зародышевого мешка помещаются три ядра, превратившихся в три клетки путем обособления вокруг каждого из них части протоплазмы зародышевого мешка. Это яйцевой аппарат. Одна из клеток носит название яйцеклетки и является женской гаметой. Две другие клетки называются синергидами и играют вспомогательную роль при оплодотворении. Два ядра, называемых полярными, помещаются в центре зародышевого мешка. Они обычно сливаются в одно ядро, называемое вторичным, или центральным, ядром зародышевого мешка. Наконец, еще три ядра помещаются в нижнем конце зародышевого мешка и превращаются в три клетки, называемые антиподами.

Описанный процесс развития зародышевого мешка наблюдается у большинства покрытосеменных растений, только у некоторых видов отмечаются отклонения (например, число антипод у злаков доходит до 60 и др.).

208. Схема цикла развития покрытосеменного растения.

- 1, 2 — тетрады спор;
 3, 4 — пыльцевые зерна;
 5 — семязпочка с зародышевым мешком (женский гаметофит);
 6 — проросшее пыльцевое зерно (мужской гаметофит);
 7 — верхняя часть зародышевого мешка;
 8 — прорастание пыльцевого зерна;
 9 — оплодотворение;
 10 — развитие зародыша (спорофита);
 11 — плод;
 12 — взрослое растение (спорофит);
 13 — цветок;
 14 — лепестки;
 15 — тычинка.
 11 — натуральная величина;
 8, 13, 14, 15 — слабое увеличение;
 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 — сильное увеличение.

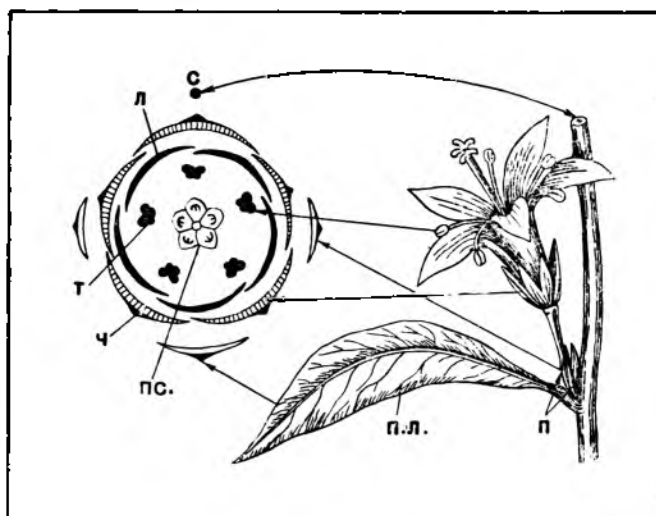


Таким образом, тычинки у покрытосеменных являются микроспорофиллами, в гнездах пыльников которых развиваются микроспоры, превращающиеся в пыльцу, внешне похожие на споры папоротникообразных. Гнезда пыльника гомологичны микроспорангиям. Следовательно, тычинки являются органами бесполого поколения, спорофита. Когда же в пыльце происходит образование генеративной и вегетативной клеток, тогда перед нами, очевидно, начало процесса образования мужского гаметофита. Когда впоследствии пыльник, попав на рыльце пестика, начинает прорастать, т. е. образовывать пыльцевую трубку, в которой генеративная клетка делится на две клетки — спермии и, тогда перед нами полное развитие мужского гаметофита и образование гамет. Пыльца (проросшая) гомологична мужскому заростку. Антеридий не образуется, его заменяет генеративная клетка. Спермии гомологичны сперматозоидам; они не имеют ресничек, утратили подвижность. Мужской гаметофит, как мы видим, очень редуцирован, — он состоит всего из двух клеток: вегетативной (образующей пыльцевую трубочку) и генеративной, образующей позднее два спермия.

Плодолистики, слагающие пестик, являются мегаспорофиллами. Возникающие на плодолистиках семязпочки представляют мегаспорангии. В них развиваются мегаспоры, возникающие редукционным делением. В процессе развития мегаспоры происходит образование зародышевого мешка, так что ядра его имеют гаплоидное (n) число хромосом. Следовательно, плодолистики и образованный ими пестик являются органами бесполого поколения, спорофита. Внутри зародышевого

209. Диаграмма цветка.

ял — кроющий лист;
п — прицветники;
ч — чашелистики;
л — лепесточки венчика;
т — тычинки;
пс — пестик с пяти-
гнездной завязью;
с — стебель (ось побе-
га).



мешка развиваются яйцеклетка, синергиды, полярные ядра, антиподы. Это развитие женского гаметофита. Архегоний у покрытосеменных отсутствует.

Итак, мегаспоры у покрытосеменных растений не рассеиваются, а остаются внутри мегаспорангия, на материнском растении, как и у голосеменных. Споры не служат средством распространения в природе. Цветковые растения размножаются и распространяются семенами. На материнском же растении происходит и дальнейшее развитие женского гаметофита, и оплодотворение. Цикл развития покрытосеменного растения представлен на рис. 208.

Для краткой наглядной характеристики строения цветка существует формула и диаграмма его. Формула — характеристика строения цветка посредством букв и цифр. Диаграмма — характеристика строения цветка посредством чертежа, проекции частей цветка на плоскость, плана цветка.

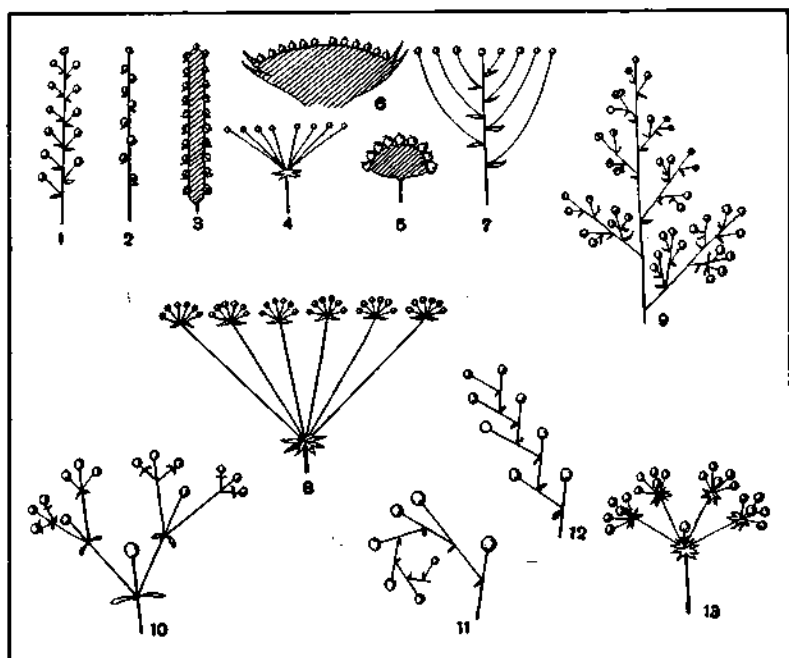
Формула цветка составляется следующим образом. Простой околоцветник обозначается буквой Р (Perigonium), чашечка — Са (Calyx), венчик — Со (Corolla), андроцей, или тычинки, — А (Androeceum), гинецей, или плодолистик, — G (Gynoeceum). Правильный цветок обозначается звездочкой (*), неправильный — стрелкой (†). У каждой буквы внизу ставится цифра, обозначающая число членов данной части цветка. Если же их много, неопределенное количество, вместо цифры ставят знак бесконечности (∞). Если данные части цветка, например лепестки, располагаются не в одном, а в двух кругах, то у обозначения Со ставятся две цифры, соединенные знаком +, что обозначает число лепестков в одном и другом круге. Если члены данной части цветка срослись, то цифра, указывающая их количество, заключается в скобки. Если завязь верхняя (свободная), это отмечается чертой под цифрой, обозначающей число плодолистиков; если завязь нижняя, черта ставится над цифрой плодолистиков.

Таким образом, правильный цветок яблони, имеющий пять сросшихся чашелистиков, пять лепестков, много тычинок, пять сросшихся плодолистиков и нижнюю завязь, будет охарактеризован следующей формулой: $*Ca_{(5)}Co_5A_{\infty}\underline{G}_5$. Фор-

Формула и диаграмма цветка

210. Типы соцветий.

- 1 — кисть;
 2 — колос;
 3 — початок;
 4 — зонтик;
 5 — головка;
 6 — корзинка;
 7 — щиток;
 8 — сложный зонтик;
 9 — метелка;
 10 — развиллина, или
 дихазий;
 11 — завиток;
 12 — извилина;
 13 — плеохазий (схе-
 ма).



мула женского цветка огурца будет такой: $*Ca_{(5)}Co_{(5)}AoG_{(3)}$.
 Формула цветка наперстянки: $\uparrow Ca_{(5)}Co_{(5)}A_4G_{(2)}$. Формула
 цветка лилии: $*P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$.

Диаграмма цветка составляется следующим образом. Во-
 ображается поперечный разрез цветка или, лучше, его зрело-
 го бутона в нижней части и рисуется проекция всех его ча-
 стей на плоскости (рис. 209). Сросшиеся члены какой-нибудь
 части цветка на диаграмме соединяются пунктиром или
 сплошной тонкой линией. Диаграмма, как мы видим, дает
 возможность изобразить, помимо числа частей цветка, еще и
 их взаимное расположение.

Соцветия

У некоторых видов крупный одиночный цветок образуется
 на конце цветоноса (например, у мака). Чаще же наблюда-
 ются мелкие цветки, собранные вместе на общем цветоносе
 в так называемые соцветия. Соцветия делятся, по типу
 ветвления общего цветоноса, на моноподиальные, или неоп-
 ределенные, и симподиальные, или определенные.

Неопределенными, или моноподиальными (или боко-
 цветными, или ботрическими), называются такие со-
 цветия, у которых общий цветонос (главная ось) продолжа-
 ет все время рост, а боковые несут на себе цветки. В таком
 соцветии сначала расцветают нижние цветки, а позднее —
 последовательно верхние. К неопределенным простым
 соцветиям относятся следующие (рис. 210).

Неопределенные
простые соцветия

1. Кисть (Racemus, Botrys) — цветки располагаются на
 цветоножках одинаковой длины вдоль длинного цветоноса
 (ландыш, черемуха, наперстянка).

2. Щиток (Corymbus) — цветки располагаются так же,
 как у кисти, но цветоножки у первых цветков длиннее, чем у

последующих, и потому цветки собираются в одну плоскость (груша, яблоня, слива).

3. Простой колос (*Spica*) — цветки располагаются, как у кисти, но все сидячие (подорожник, отдельный колосок сложного колоса пшеницы); если цветонос сильно утолщен, соцветие называется початком (*Spadix*), например у кукурузы, аниса; если цветонос тонкий, поникающий — сережкой (*Amentum*), например у тополя, ивы; сережку может дать и кисть — у березы, орешника, осины.

4. Зонтик (*Umbella*) — цветки располагаются на цветоножках, почти одинаковой длины, на вершине цветоноса так, что собираются почти в одной плоскости; прицветники образуют обертку (лук, вишня).

5. Головка (*Capitulum*) — цветки располагаются, как у зонтика, но имеют очень короткие цветоножки или являются сидячими, а вершина цветоноса утолщена (виды клевера, кровохлебка).

6. Корзинка (*Calathidium*) — цветки располагаются, как у зонтика, но сидячие и вершина цветоноса сильно утолщена и расширена в виде диска; снизу корзинка имеет обертку из прицветников (семейство сложноцветных, подсолнечник, ромашка).

Неопределенные сложные соцветия

К неопределенным сложным соцветиям относятся следующие:

1. Метелка (*Panícula*) — кисть, у которой вместо цветков имеются маленькие соцветия кисти (сирень, виноград).

2. Сложный колос, у которого вместо цветков на оси расположены маленькие сидячие соцветия — колоски (пшеница, рожь, ячмень).

3. Сложный зонтик, у которого вместо цветков имеются маленькие соцветия-зонтики; они обычно имеют свои прицветнички (частные обертки), а прицветники у основания зонтика образуют общую обертку (укроп, морковь, анис).

4. Сложный щиток (щитковидная метелка), у которого вместо цветков имеются маленькие соцветия-щитки (рябина).

В некоторых случаях наблюдаются смешанные соцветия. Например, у овса — соцветие метелка, но вместо цветков имеются маленькие колоски, так что смешаны два соцветия: метелка и колос.

Определенные соцветия

Определенными, или симподиальными (или димозными), называются такие соцветия, у которых общий цветонос (главная ось) заканчивается цветком, а его рост продолжает верхний боковой, или боковые побеги, которые в свою очередь таким же образом продолжают свой рост. К определенным соцветиям относятся следующие:

1. Развилка, или ди х а з и й. Главная ось заканчивается цветком, рост цветоноса продолжается супротивными боковыми нижерасположенными почками, образующими цветки, и так далее (гвоздика, куколь, мыльнянка).

2. П л е й о х а з и й, или л о ж н ы й з о н т и к, — рост цветоноса заканчивается цветком и продолжается мутовчато нижерасположенными боковыми почками, образующими цветки (молочай).

3. З а в и т о к — рост цветоноса заканчивается цветком и продолжается боковой почкой, образующей цветок, и так неоднократно, причем все цветки направлены в одну сторону (картофель, незабудка, окопник).

4. Извилистая — рост цветоноса продолжается одной боковой почкой, но в отличие от предыдущего цветки направлены то в одну, то в противоположную сторону (калужница, гладиолус).

Биологическое значение соцветий для растений, опыляемых насекомыми, то же, что и крупных ярко окрашенных цветков. Обычно мелкие цветки, собранные в крупные соцветия, сильнее обращают на себя внимание насекомых, лучше обеспечивают производимое ими опыление.

Цветение и опыление

Опылением называется процесс переноса пыльцы из пыльников на рыльца пестиков. Опыление совершается во время цветения растений. У некоторых видов, например у ячменя, гороха, самоопыление происходит до цветения, в бутоне.

Однолетние растения цветут однажды в жизни. Многолетние растения зацветают в разные годы своей жизни, у разных видов в различные сроки. Персик впервые зацветает на 3—5-м году жизни, береза — на 10—12-м, бук — на 60—70-м, дуб — на 80—100-м году.

**Монокарпические
и поликарпические
растения**

Цветение и плодоношение у разных видов растений в течение жизни происходит или много раз, или один. Растения, много раз цветущие и плодоносящие, называются поликарпическими. Растения, один раз цветущие и плодоносящие, называются монокарпическими. К поликарпическим относятся травянистые многолетние и древесные растения, которые, достигнув известного возраста, обычно каждый год цветут и плодоносят. К монокарпическим относятся, во-первых, однолетние растения, заканчивающие свою жизнь, цветущие и плодоносящие к концу первого вегетационного периода (например, яровая пшеница), во-вторых, двухлетние растения, заканчивающие свою жизнь, цветущие и плодоносящие к концу второго вегетационного периода (например, капуста, морковь), и, в-третьих, многолетние растения, вегетирующие много лет, а цветущие и плодоносящие только один раз в конце своей жизни (например, агава, бамбук). Можно продлить жизнь некоторых монокарпических растений путем удаления цветочных почек или путем задержки развития и зацветания.

**Периодичность
и продолжитель-
ность цветения**

У различных видов цветение происходит в разное время года и имеет разную длительность. Например, у персика, миндаля, абрикоса (опыляющихся насекомыми) и у орешника, осины, ольхи (опыляющихся ветром) цветки расцветают рано весной, еще до появления листьев. У яблони, груши, березы, дуба зацветание происходит одновременно с распусканием листьев.

Лимон при благоприятных условиях цветет непрерывно. Хлопчатник цветет несколько месяцев. Миндаль, вишня, яблоня, груша цветут 6—12 дней. И продолжительность цветения отдельного цветка у разных видов различна. Цветок торницы цветет в течение нескольких часов, цветок хлопчатника — один день, цветок тропической орхидеи — 1—2 месяца. У некоторых видов растений, цветущих несколько дней, например у льна, шафрана, цветок раскрывается утром и закрывается на ночь или в ненастную погоду, либо, наоборот, например у душистого табака, дурмана, раскрывается на ночь и закрывается утром на весь день.

Самоопыление и перекрестное опыление

У диких и культурных деревьев и кустарников наблюдается периодичность в цветении и плодоношении. Если они обильно цветут, то в следующем году или в последующие 2 года будут цвести мало и урожай плодов дадут меньший. Это объясняется тем, что цветочные почки у них закладываются летом. Если год был урожайным и урожай поглотил питательные вещества, вырабатываемые растением, то тем самым закладывающиеся летом цветочные почки были поставлены в условия плохого питания, развились в недостаточном количестве и обусловили неурожай в следующем году. Если в урожайный год не дать истощиться дереву (оборвав в начале плодоношения часть плодов) и повысить его питание (удобрением, поливкой в засушливое время), то можно добиться ежегодного, равномерного плодоношения.

У разных видов растений опыление происходит различно. У некоторых созревшая и высыпавшаяся из пыльников пыльца попадает на рыльца пестиков того же цветка; такое опыление называют **самоопылением**. У большинства видов пыльца попадает на рыльца пестиков цветков другого растения того же вида; такое опыление называют **перекрестным**.

Самоопыление в природе наблюдается относительно редко. Самоопыляются горох, фасоль, томат, хлопчатник, лен, пшеница, ячмень, овес и др. Ячмень самоопыляется еще до выхода колоса из влагалища листа. Самоопыляющиеся и самооплодотворяющиеся растения называются **автогамными**. Самоопыление у автогамных растений происходит легко потому, что цветки их обоеполые и пыльники с высыпающейся зрелой пылью расположены рядом со зрелыми рыльцами пестика.

Существуют автогамные растения, имеющие совсем нераскрывающиеся цветки, в которых происходит самоопыление. Такие цветки называют **клеистогадными**. Клейстогамные цветки имеют арахис, копытень, недотрога, кислица, фиалка, некоторые виды проса, овсяницы. У фиалки есть цветки двух родов: 1) фиолетовые ароматные весенние красивые цветки, опыляемые насекомыми, и 2) мелкие незаметные клейстогамные летние цветки.

Следует заметить, что самоопыляющиеся растения часто могут опыляться и перекрестно. Так, у ячменя после выхода колоса из влагалища пыльца может переноситься ветром и опылять другие колосья ячменя; то же наблюдается у пшеницы. Такое естественное перекрестное опыление у самоопылителей часто наблюдается в условиях Средней Азии и Закавказья.

По-видимому, автогамные растения произошли от перекрестно опыляющихся. Это предположение подтверждается тем, что у некоторых автогамных растений, например гороха, имеется крупный ярко окрашенный венчик, очевидно развившийся в давно прошедшие времена для привлечения насекомых, производящих перекрестное опыление.

Перекрестное опыление — широко распространенный способ. Оно часто приводит к гибридации, т. е. к оплодотворению гамет с одной наследственностью гаметой с другой наследственностью и потому зигота и развившийся из нее потомок имеет двойную обогащенную наследственность и проявляет большую, чем родители, жизнеспособность, болезнестойчивость и т. п. Такое повышение у потомков жизнеспособности, увеличение размеров тела вследствие гибридации

называют гетерозисом. Путем искусственной гибридизации селекционеры вызывают гетерозис у сельскохозяйственных растений, получая таким образом высокоурожайные сорта.

Перекрестное опыление как полезное для растительного вида свойство в процессе эволюции стало преобладающим.

Дарвин десятки лет исследовал способы опыления у растений и пришел к выводу, что перекрестное опыление приводит к здоровому потомству, тогда как самоопыление часто совсем не дает потомства или приводит к слабому, вырождающемуся потомству. Такое же отрицательное значение имеет в большинстве случаев и перенос пыльцы с одного цветка на рыльце другого цветка того же самого растения — гейтеногамия (например, у кукурузы).

Посадки в садах только одного сорта яблони приводят к снижению урожая. Известны случаи, когда сад, состоящий из одного сорта яблони, совсем не давал урожая. Достаточно было посадить в таком саду несколько деревьев иного сорта, так называемых деревьев-опылителей, как сад начал давать нормальный урожай. Следовательно, перекрестное опыление деревьев, относящихся к одному сорту, не приводит к нормальному оплодотворению и плодоношению, а перекрестное опыление деревьев разных сортов дает нормальное оплодотворение и урожай.

У растений наблюдаются выработавшиеся в процессе эволюции разнообразные приспособления, препятствующие самоопылению и способствующие перекрестному опылению. Это самобесплодность, диогогамия, однополость, такие разнообразные приспособления в цветках, способствующие перекрестному опылению их ветром или насекомыми, как большие количества пыльцы, специальная структура тычинок и пестиков, нектар, окраска, запах, гетеростилия, механические приспособления и многое другое.

Самобесплодность, или автостерильность, наблюдается у обоеполюх цветков перекрестноопыляющихся видов ржи, яблони, груши, красного клевера, табака и др. Пыльца этих цветков, попав на рыльца этих же цветков, вследствие физиологических неблагоприятных взаимодействий пыльцы и рыльца совсем не прорастает или только начинает прорастать, и оплодотворение не совершается. Необходимо отметить, что самобесплодность зависит от разновидности, степени развития растения, от внешних условий. Так, иногда некоторые самобесплодные сорта самооплодотворяются и приносят нормальные семена, если самоопыление производить в конце цветения.

Диогогамия — разновременное созревание тычинок и пестиков в одном цветке, вследствие чего не может произойти самоопыление. Созревание пыльников раньше рылец пестиков, т. е. андроцея раньше гинецея, называется **протерандрией**. Созревание рылец пестиков раньше пыльников, т. е. гинецея раньше андроцея, называется **протерогинией**.

Протерандрия широко наблюдается в семействах сложноцветных, колокольчиковых, зонтичных, гвоздичных, гераниевых, бобовых, мальвовых, губоцветных, лилейных, у некоторых видов розоцветных (малина, ежевика, земляника и др.).

Интересным примером протерандрии являются виды смолевки (из семейства гвоздичных). У них цветки цветут по

**Приспособления
к перекрестному
опылению**

ночам. В первую ночь из цветка высвываются созревшие пять первых тычинок, их пыльники пылят и к утру увядают. На следующую ночь из раскрывшегося цветка высвываются пять последних тычинок и тоже к утру увядают. На третью ночь из цветка появляются столбики со зрелыми рыльцами, улавливающими пыльцу иных, в эту ночь пылящих цветков. Затем цветок увядает.

Протерогиния наблюдается в семействах жимолостных, кипризовых, ситниковых, розоцветных, крестоцветных, пасленовых, подорожниковых, у многих видов семейства злаков.

Однополость цветков, разумеется, исключает возможности самоопыления и самооплодотворения. Если же растение двудомно, то исключается и опыление между цветками одного и того же растения (гейтеногамия). Двудомными растениями являются конопля, осина, виды тополя, виды ивы и др. У конопли женские растения называются матеркой, а мужские — посконью. Однодомными перекрестно опыляющимися растениями являются кукуруза, орешник, дуб, береза, лещина (лесной орех) и др.

Перекрестное опыление совершается посредством ветра или насекомых. Около 10% цветковых растений опыляются посредством ветра и около 90% — с помощью насекомых. Некоторые живущие в воде виды опыляются посредством воды. Некоторые тропические виды опыляются мелкими птицами, колибри и нектаринами (орнитофилия), а также мелкими млекопитающими.

Анемофилия

Растения, опыляющиеся перекрестно посредством ветра, называются анемофильными, или ветроопыляемыми. Это сахарная свекла, хмель, конопля, кукуруза, рожь, костер, ольха, береза, дуб, бук, орешник, грецкий орех, тополь, осина. У анемофильных растений наблюдаются исключительные, им одним свойственные, особенности, способствующие успеху опыления. Это образование очень больших количеств мелкой, легкой пыльцы, больших качающихся на нитях пыльников, больших перистых рылец и др. Одно растение кукурузы производит около 50 000 000 пыльников, одна семянка орешника — около 4 000 000 пыльников. Рогоз производит настолько много пыльцы, что в Индии ее собирают и используют для печения хлеба и печенья.

Пыльцу березы и других деревьев, разносимую весной ветром, обнаруживали в воздухе над морем на расстоянии 50 км от берега. Пыльцу сахарной свеклы находили в воздухе на высоте 2000 м. Во время цветения ржи воздух наполняется и «пахнет» пылью. То же происходит во время цветения осины, тополя. Такое обилие пыльцы в воздухе вызывает у некоторых людей заболевание носоглотки («сенная лихорадка») и слизистой оболочки глаз.

У некоторых анемофильных растений, например у видов семейства злаков, имеющих мелкие, незаметные, без запаха и нектарников цветки, образуются обычно крупные пыльники, свисающие на тычиночных нитях из цветка и качающиеся ветром. Анемофильным растениям свойственны крупные торчащие из цветка перистые рыльца (например, у ржи) или рыльца в виде кисточек (например, у орешника), которые имеют больше возможностей уловить пыльцу, носящуюся в воздухе.

Опыление у анемофильных растений зависит от погоды. В дождливую погоду опыление ветром не может осуществ-

Энтомофилия

вляться. Затянувшаяся дождливая погода в период цветения ржи или злаковых трав мешает их опылению и, следовательно, снижает урожай.

Растения, опыляющиеся перекрестно посредством насекомых (пчел, ос, шмелей, мух, бабочек, жуков, муравьев, трипсов и др.), называются **энтомофильными**, или **насекомоопыляемыми**. Это, например, мак, колокольчик, вишня, слива, яблоня, груша, лимон, миндаль, чай, тыква, клевер, тюльпан, лилия, iris, лук. У энтомофильных растений наблюдаются разнообразные особенности, способствующие успеху опыления с помощью насекомых. Это нектарники, яркая окраска околоцветника, соцветия, запах, гетеростилия, специальные приспособления в виде видоизмененных тычиночных нитей (например, у шалфея) и др.

Энтомофильные растения выделяют своими **нектарниками** сладкий сок, являющийся пищей для насекомых и привлекающий их в цветок. Нектар выделяется мельчайшими порциями и в течение всего времени цветения, поэтому насекомые, много раз посещающие цветок, всякий раз находят в нем пищу. Нектарники в цветке расположены так, что насекомое, стремящееся к нектару, неизбежно должно потеряться о выделяющие пыльцу пыльники или о рыльца пестиков.

Насекомые, посещая цветки один за другим, переносят на себе мельчайшие пылинки и таким образом производят перекрестное опыление. Пылинки тем легче и прочнее пристают к телу насекомого, чем более шероховатую поверхность они имеют. У некоторых видов пылинки являются липкими. Пчелы в качестве белковой пищи используют и саму пыльцу, откладывая ее ими в ячейки сот (перга).

Энтомофильные растения имеют ярко окрашенные, крупные и потому заметные цветки. Насекомые легко замечают такие цветки и не пропускают их.

Таким образом, окраска цветков является одним из замечательных приспособлений, выработавшихся в процессе естественного отбора и способствующих перекрестному опылению посредством насекомых.

Окраска цветка у растений различна. То венчик или венчик и чашечка в цветке ярко окрашены и имеют большие размеры, то, кроме околоцветника, еще и прицветники ярко окрашены и крупны. Такое же значение имеют и соцветия, в которых бывает собрано много цветков и потому соцветие видно издали, как большой яркий цветок. У некоторых видов в соцветии бывают окрашены, помимо цветков, и листовая обертка, и цветонос.

Энтомофильные растения привлекают насекомых не только окраской цветков, но и их запахом. У насекомых развито обоняние. Цветки выделяют эфирные масла, распространяющие запах. Различным видам растений свойственны разные запахи и наряду с приятными для человеческого обоняния (ландыш, сирень, роза и т. п.) существуют и неприятные запахи (кирказон, аронник — запах индола). Неприятно пахнущие цветки опыляются мухами, которых привлекает запах разлагающегося трупа, гниющего навоза, где они откладывают яйца.

Гетеростилия (от греческих слов «гетерос» — разный и «стилис» — столбик) — наличие столбиков разной длины у цветков различных растений одного и того же вида, причем тычинки также имеют разную длину. Гетеростилия наблю-

дается у первоцвета, гречихи, вероники, хинного дерева и др. У первоцвета (см. рис. 271) имеется два типа цветков. У одних растений первоцвета цветки с длинным столбиком, имеющим рыльце около зева, и с короткими тычинками, скрытыми в трубочке венчика. У других растений первоцвета цветки с коротким столбиком, скрытым в трубочке венчика, и с высоко расположенными пыльниками, прикрепленными у зева. Шмели, опыляющие первоцвет, производят перекрестное опыление потому, что пыльца из коротких тычинок, приставшая к головке шмеля, попадает на рыльце коротких столбиков других цветков, а пыльца из высокоприкрепленных пыльников, приставшая к спинке шмеля, попадает на рыльце длинных столбиков других цветков. У дербенника, или плакуна, наблюдается гетеростилия, при которой тычинки и пестики располагаются не в два, а в три яруса.

Рассмотренные нами особенности у растений, опыляющихся насекомыми, показывают, как замечательно приспосабливаются в процессе эволюции растения к насекомым и насекомые к растениям. Не только пища (нектар и пыльца) и «реклама» о ней (окраска и запах) вырабатываются у растений, но и разные окраски и различные запахи в зависимости от биологии, вкусов насекомого.

Для привлечения мух у кирказона выработался запах гниющего трупа. Для привлечения сумеречных бабочек (бражников) у душистого табака выработалось цветение вечером и ночью, когда летают сумеречницы и белая окраска лепестков хорошо заметна в темноте. Но в то же время эти примеры показывают нам и приспособление насекомого к особенностям растения. Так, бабочка-бражник питается нектаром табака на лету, запуская в трубочку венчика свой длинный хоботок; будь длина хоботка у бабочки меньше, она не могла бы достать нектара и была бы обречена на голод (душистый табак может самоопыляться, и, возможно, бражники, питаясь нектаром, сотрясают цветок и способствуют самоопылению). То же мы видим у лугового клевера и шмеля, хорошо приспособившихся друг к другу. Длина хоботка шмеля точно соответствует глубине венчика цветочка клевера.

В настоящее время селекционерами ведется интересная работа по выведению пчел с более длинным хоботком и клевера с менее длинной трубочкой венчика, чтобы пчелы могли доставать весь нектар до дна цветка клевера, а не довольствоваться только избытком нектара, как было до сих пор.

У кирказона, о котором упоминалось выше как о растении, привлекающем своим неприятным запахом мелких мух, имеется еще специальное приспособление у венчика для задержки мух в цветке. Кирказон имеет венчик, вытянутый в виде узкой трубочки. Внутренняя поверхность ее покрыта волосками, направленными косо внутрь цветка. Привлекаемые запахом мелкие мушки вползают в цветок через трубочку венчика, чтобы добраться до нектарников, имеющих в глубине цветка на цветоложе. Волоски, закрывающие проход в трубочке венчика, не мешают насекомым проползти трубочку потому, что направлены внутрь цветка. Попавшие таким образом в цветок мушки кормятся нектаром и, если они перед посещением этого цветка были в другом и принесли на своем теле пыльцу, обтирают эту пыльцу другого цветка о созревшее рыльце. На рыльце начинается прорастание пыльцы. Однако мушки не могут выйти из цветка, так как в узкой трубочке венчика волоски, направленные им навстречу, пре-

211. Шмель в цветке шалфея.



граждают им путь. Насекомые мечутся в цветке, при этом сильно обсыпаясь его пылью. Тем временем в пестике заканчивается прорастание пыльцы и совершается оплодотворение. Как только произойдет оплодотворение, тотчас же волоски теряют тургор, вянут и мушки беспрепятственно выходят из цветка. В следующем цветке кирказона повторяется то же.

У шалфея (см. рис. 211) перекрестное опыление обычно осуществляется шмелями. Шмель, подлетев к цветку, садится на нижнюю его губу (рис. 211) и стремится проникнуть в глубь цветка, к нектарникам. Путь шмеля преграждается своеобразной заслонкой, образовавшейся в трубчатом венчике из разросшихся концов тычиночных нитей. Тычиночные нити в цветке шалфея прикрепляются не к цветоложу, а к венчику так, что являют собой рычаги, на одном конце которых имеются пыльники и на другом — эти разросшиеся в заслонку, окончания. Поэтому, если подвинуть один конец рычага, т. е. заслонку, преграждающую путь шмелю, то другой конец рычага, несущий пыльник, передвинется из своего исходного положения к губе цветка и высыплет на спинку шмеля много пыльцы. Так шмель набирает на свою спинку много пыльцы. Покидая цветок шалфея, шмель при взлете поднимает облачко пыльцы из накопившейся у него на спинке и это облачко опыляет торчащие рыльца пестика (по наблюдениям советского физиолога растений Н. Р. Холодного). Возможно, посещая новый цветок шалфея, у которого рыльце пестика уже торчит из венчика, шмель обмазывает рыльце пыльцой, принесенной на спинке.

Перекрестное опыление может быть осуществлено и искусственным путем, руками человека.

Оплодотворение

Пыльца, попав на рыльце пестика и задержавшись между его ворсинками, прилипнув к нему, начинает прорастать, т. е. образовывать тончайшую длинную пыльцевую трубку. Прорастание пыльцы вызывается определенными условиями,

которые она встречает на рыльце. Это прежде всего определенной концентрации сахаристая жидкость, затем — ферменты.

Взаимодействие между пылинками и рыльцем способствует или препятствует их прорастанию. Прорастание пыльцы начинается с того, что через одну из пор, имеющих в экзине, выпячивается интина, из которой образуется длинная тончайшая трубка — пыльцевая трубка, растущая в межклетниках рыхлых тканей рыльца, столбика, по стенке завязи и достигающая до самой семязпочки (см. рис. 206). На рыльце прорастает обычно много пыльнок одновременно, образующих пыльцевые трубки.

Физиология пыльцы хорошо изучена, что важно для искусственного опыления растений. Известно, что если посеять пыльцу на 2—50% сахарный раствор (для пыльцы разных видов требуются различные концентрации сахарных растворов), то она начнет прорастать. Таким образом, высевая пыльцу и наблюдая за ее прорастанием, можно убедиться в ее жизнеспособности. Опыление происходит в сухую погоду, поэтому пыльцу всегда хранят в сосудах (обычно в эксикаторах) с сухим воздухом. Сухость воздуха в эксикаторе поддерживается помещением в него хорошо поглощающего влагу хлористого кальция. И для пересылки пакетиков с пыльцой удобнее всего пользоваться баночками, в которые вложен хлористый кальций. И. В. Мичурин в Тамбовской области опылял цветки плодовых деревьев пыльцой, полученной с Дальнего Востока, из Китая и многочисленных других мест. Пыльца хорошо переносит низкие температуры (до -20°), но оптимальными для пыльцы разных видов являются различные температуры.

Жизнеспособность свою, как показали опыты, пыльца разных видов растений сохраняет в течение различных сроков. В приводимой ниже табл. 2 показаны сроки, в течение которых пыльца, хранящаяся в оптимальных условиях, была еще жизнеспособной.

Жизнеспособность свою, вернее восприимчивость, рыльце сохраняет в течение нескольких дней. В некоторых случаях

ТАБЛИЦА 2

Вид растения	Срок хранения пыльцы в сутках
Рожь	$1\frac{1}{2}$ —2
Кукуруза	1—2
Ячмень	2
Клевер	1—4
Цитрусовые (апельсин, лимон и др.)	4—6
Конопля	2—8
Гречиха	7—10
Орешник	40—65
Черешня, вишня	30—100
Тюльпан	37—103
Красная смородина	35—117
Людия	50—115
Лилия	60—140
Неон	65—150
Яблоня, груша	70—210
Слива	180—220
Подсолнечник	360
Финиковая пальма	10 лет

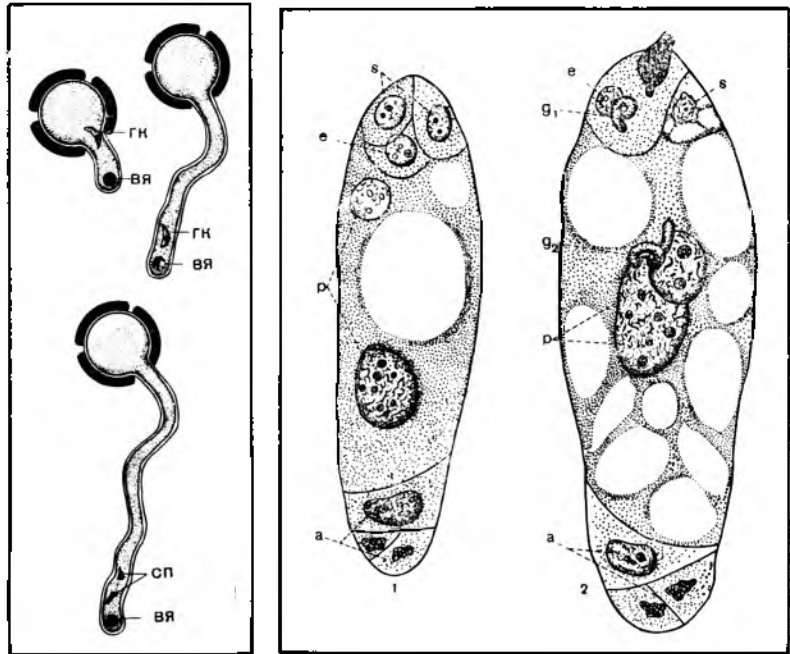
212. Прорастание пыльцы и деление (в пыльцевой трубке) генеративной клетки на спермии.

К рис. 212

г. к. — генеративная клетка;
в. я. — вегетативное ядро;
сп — спермии (схема).

К рис. 213

1 — до оплодотворения;
2 — во время оплодотворения;
3 — ядро яйцеклетки;
g₁ и g₂ — спермии;
4 — синергиды;
5 — антиподы;
6 — полярные ядра.
Увеличение в 400 раз
(по Belar).



наблюдалась восприимчивость рыльца в течение 7 дней (у плодовых деревьев) или 10 дней (у ржи), или даже 16 дней (у подсолнечника).

В начавшую свой рост пыльцевую трубку из пылинки пыльцевого зерна переливается цитоплазма и все ее содержимое. Вегетативное ядро обычно находится впереди, у растущего кончика пыльцевой трубки; за ним следуют два спермия. У некоторых видов вегетативное ядро исчезает и в пыльцевой трубке не наблюдается. Если в пыльцевом зерне до ее прорастания еще не разделилась генеративная клетка на спермии, то она переходит в пыльцевую трубку и тут делится на две клетки — спермии (рис. 212).

Пыльцевая трубка, достигнув семязпочки, растет через пыльцевход (порогамия) и кончиком своим внедряется в зародышевый мешок. У некоторых видов (береза, орешник и др.) наблюдается проникновение пыльцевой трубки в зародышевый мешок через халазу, т. е. через ткань семязпочки; это явление называют халазогамией. Обычно в зародышевый мешок проникает не одна, а несколько пыльцевых трубок.

В зародышевом мешке кончик пыльцевой трубки вскрывается, разрушая синергиду; при этом (или раньше) разрушаются и вегетативное ядро, находившееся в конце пыльцевой трубки, и вторая синергида. Цитоплазма и два спермия выливаются из пыльцевой трубки в цитоплазму зародышевого мешка.

Очутившись в зародышевом мешке два спермия плывут в разных направлениях: один — к яйцеклетке, а другой — ко вторичному ядру зародышевого мешка, если полярные ядра, слившись, уже образовали его (рис. 213). Затем один спермий сливается с яйцеклеткой, а другой — со вторичным яд-

Прорастание пыльцы

Двойное оплодотворение

ром зародышевого мешка. Этим оплодотворение заканчивается.

У многих высших растений (табак, свекла, гречиха, хлопок и др.) наблюдается вхождение в яйцеклетку нескольких спермиев — полиспермия. В большинстве описанных случаев полиспермия ядро и протоплазма одного спермия сливаются соответственно с ядром и протоплазмой яйцеклетки, а остальные спермии ассимилируются протоплазмой яйцеклетки.

Следует обратить внимание на восстановление при оплодотворении диплоидного ($2n$) числа хромосом. Гаплоидный набор хромосом мужской гаметы, спермия, слился с гаплоидным набором хромосом женской гаметы, яйцеклетки, и получилась зигота (оплодотворенная яйцеклетка), имеющая двойной, или диплоидный набор хромосом.

Второй спермий, в это же время слившийся со вторичным ядром зародышевого мешка, сложил свой гаплоидный набор хромосом с диплоидным набором вторичного ядра, получившимся от слияния гаплоидных наборов двух полярных ядер. Таким образом получилось триплоидное ядро (с тройным набором хромосом).

Впервые слияние ядра яйцеклетки с ядром спермия было замечено в 1880 г. Н. Н. Горожанкиным (для голосеменных растений) и в 1884 г. Е. Страсбургером (для покрытосеменных).

Из описанного процесса оплодотворения у покрытосеменных растений видно, что оплодотворяются у них две клетки: яйцеклетка и вторичное ядро. Этот процесс был открыт в 1898 г. С. Г. Навашиным и получил название двойного оплодотворения.

Двойное оплодотворение является прогрессивным изменением в эволюции этого процесса. При двойном оплодотворении у покрытосеменных растений образуется питающий клетки зародыша триплоидный эндосперм, несущий в своих клетках как материнскую, так и отцовскую наследственность, тогда как у голосеменных растений гаплоидный эндосперм, являющийся гаметофитом, несет в своих клетках только материнскую наследственность.

Время, необходимое для оплодотворения, т. е. от начала прорастания пыльцы до слияния гамет, у разных растений различно. У кок-сагыза для этого требуется 20—30 минут, у хлопчатника — около 20 часов, у плодовых деревьев — от одних до нескольких суток и более. Скорость процесса оплодотворения, разумеется, зависит от внешних условий. При пониженной температуре он замедляется; большое значение для него имеет и взаимное влияние пыльцы и рыльца, о чем уже говорилось, пыльцевой трубки и тканей рыльца, столбика, семязпочки, взаимное влияние спермия и яйцеклетки.

В дальнейшем из оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) развивается зародыш, из оплодотворенного вторичного ядра зародышевого мешка — питательная ткань — эндосперм, из интегументов семязпочки и частично нуцеллуса — семенная кожура, из семязпочки в целом — семя, из стенок завязи — околоплодник. Антиподы и синергиды погибают, рассасываются, идут на питание растущих тканей. Семязпочки, в которых не произошло оплодотворения, обычно отмирают.

Амфимиксис и апомиксис

У некоторых видов растений зародыш развивается из яйцеклетки без ее оплодотворения. Такое явление называют девственным рождением, или партеногенезом. Различают два типа партеногенеза: 1) диплоидный, когда зародыш развивается из диплоидной яйцеклетки, образовавшейся без редукционного деления, и 2) гаплоидный, когда зародыш развивается из гаплоидной яйцеклетки, образовавшейся после редукционного деления.

Диплоидный партеногенез наблюдается у видов из семейств сложноцветных, крапивных и др. Гаплоидный партеногенез встречается в семействе пасленовых (у дурмана, табака) и др.

У некоторых видов зародыш развивается из антиподы, или из синергиды. Такое явление называют апогамией. Апогамия, как партеногенез, может быть диплоидной и гаплоидной. Апогамия, например, наблюдается у манжетки — *Alchemilla sericata*, у которой зародыш образуется из синергиды, и у лука — *Allium odorum*, у которого зародыш образуется из антиподы. Апогамия наблюдается и у некоторых видов папоротников, когда спорофит развивается из ткани гаметофита.

У некоторых видов зародышевый мешок развивается из клетки нуцеллуса или интегумента, без редукционного деления, оставаясь диплоидным. Такое явление называют апоспорией. Апоспория наблюдается у ястребинки — *Hieracium flagellare* — и у полыни — *Artemisia mitida*. Встречается апоспория и у некоторых видов папоротников, когда гаметофит развивается из ткани спорофита, например из ткани листа.

Все случаи отклонения в развитии зародыша (партеногенез, апогамия, апоспория) называются апомиксисом, а нормальный процесс развития зародыша вследствие двойного оплодотворения называется амфимиксисом.

Семя и плод

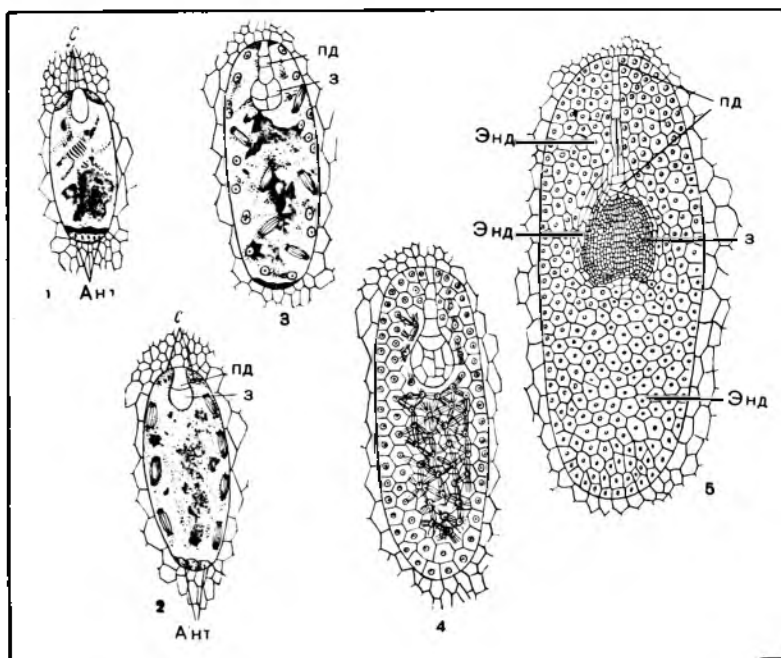
После оплодотворения первым начинает делиться оплодотворенное вторичное ядро зародышевого мешка. Вследствие многих делений получается масса ядер (а у некоторых видов сразу образуются клетки), сначала распределяющихся в цитоплазме у стенок зародышевого мешка. Эти ядра, продолжая делиться, размещаются в цитоплазме зародышевого мешка. Наконец, цитоплазма обособляется вокруг ядер, возникают оболочки, формируются отдельные клетки. Получается многоклеточное тело, называемое эндоспермом. Клетки эндосперма заполняют весь зародышевый мешок (рис. 214). В клетках эндосперма откладывается много крахмала, жиров, белков. Все эти питательные вещества идут на питание растущего зародыша или остаются в виде запасных питательных веществ в эндосперме семени. Следовательно, эндосперм состоит из питательной ткани.

В начале образования эндосперма, когда зародышевый мешок заполнен цитоплазмой с ядрами, семя при раздавливании выделяет жидкую смесь веществ, похожую на молоко. Такая стадия развития семени называется молочной спелостью.

У некоторых видов растений эндосперм потребляется зародышем в ранних стадиях развития, питательная ткань раз-

214. Развитие зародыша и эндосперма в зародышевом мешке у двудольных.

Ант — антиподы;
 С — синергиды;
 пд — подвесок;
 з — зародыш;
 Энд — клетки эндосперма (схема).



вивается из нуцеллуса и называется периспермом. У многих двудольных запасные вещества откладываются в самом зародыше.

Одновременно с эндоспермом в зародышевом мешке развивается зародыш. Оплодотворенная яйцеклетка после некоторого периода покоя начинает делиться. Из нее образуется подвесок и зародыш (см. рис. 214). Подвесок представляет узким, напоминающим стебелек образованием; подвесок прикреплен к стенке зародышевого мешка у пыльцевхода. Зародыш в ранних стадиях развития представляется расширенным, шарообразным образованием, погружающимся по мере роста в эндосперм и питающимся эндоспермом.

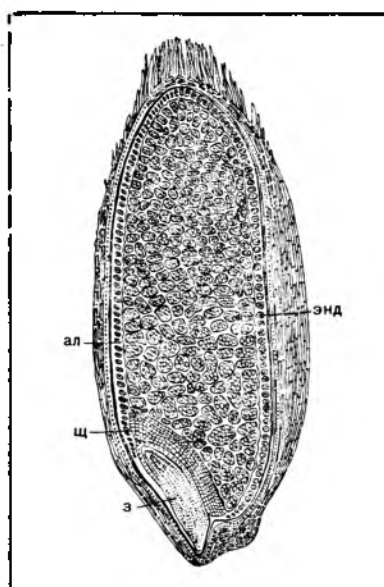
У двудольных при последующем развитии зародыша в нем образуются две семядоли (первые зародышевые листья). У однодольных в последующем развитии зародыш образует одну семядолю (см. щиток у пшеницы, рис. 215). У голосеменных бывает от 2 до 15 семядолей.

У двудольных растений развивающиеся в зародыше две семядоли прикреплены к стебельку. Часть его, лежащая ниже места прикрепления семядолей, называется подсемядольным коленом, или гипокотилем, и переходит в зародышевый корешок. Часть стебелька, лежащая выше места прикрепления семядолей, называется надсемядольным коленом, или эпикотилем, и переходит в почечку. У некоторых растений (фасоль, соя, люпин и др.) после прорастания семени у проростка семядоли приобретают зеленую окраску и функционируют как первые листья.

Итак, зрелое семя состоит из зародыша, питательной ткани (эндосперма или перисперма), которая у некоторых видов может отсутствовать, и семенной кожуры. В редких случаях наблюдается в семени два или более зародышей (полиэмбриония), что объясняется ненормальным развитием в се-

215. Продольный разрез зерновки пшеницы.

з — зародыш;
щ — щиток зародыша;
ал — алейровый слой
эндосперма;
энд — эндосперм (схема).



мяпочке нескольких зародышевых мешков или яйцеклеток и других клеток. Полиэмбриония часто встречается у цитрусовых (апельсина и других).

Подвесок по мере созревания семени исчезает. На поверхности семени, на его кожуре у некоторых видов развиваются волоски, шипики, прицепки, крылышки, хохолки. Созревшее семя отделяется от семяножки и на семени сохраняется след прикрепления этой семяножки — рубчик.

Типы семян

Все разнообразие семян делят на четыре типа: 1) семена с развитым эндоспермом и периспермом (у черного перца, мускатного ореха); 2) семена с развитым эндоспермом, или белковые (у пшеницы, мака и вообще у растений, принадлежащих к семействам злаков, лилейных, пасленовых, зонтичных, маковых и др.); 3) семена с развитым периспермом (у свеклы и вообще у семейств маревых, гвоздичных, кувшинковых, перечных и др.); 4) семена без эндосперма и перисперма, но с питательными веществами, отложенными в семядолях, — так называемые безбелковые семена (у гороха, тыквы, горчицы и вообще у семейств мотыльковых, сложноцветных, тыквенных, крестоцветных, розоцветных и др.).

По характеру отложенных в семени питательных веществ семена делят на три типа: 1) мучнистые семена, в которых преобладает крахмал и часто белок (у пшеницы и других злаков, гречихи, гороха, фасоли и др.); 2) масляные семена, в которых преобладает жирное масло и часто белок (у подсолнечника, клеверины, льна, мака, хлопчатника и др.); 3) роговидные семена, в которых преобладает полуклетчатка (гемицеллюлоза) как запасное питательное вещество (у финика и других пальм).

В зависимости от числа семяпочек в завязи бывает различным число семян в плоде. Например, в плоде подсолнечника (в соцветии подсолнечника созревает много плодов) и в плоде сливы бывает одно семя; в плоде (коробочке) мака — тысячи семян.

**Жизнеспособность
семян**

По весу у разных видов семена очень варьируют. Так, у орхидей мельчайшие семена весят сотые доли миллиграмма, а у некоторых пальм (например, у сейшельской) семя весит около 15 кг.

Семена могут очень долго сохранять свою жизнеспособность даже при неблагоприятных условиях (низкой или высокой температуре и т. п.). Семена находятся в состоянии «покоя». Они действительно не претерпевают заметных изменений, но нельзя понимать это состояние покоя как полное прекращение жизненных функций. Семена все время дышат, только процесс дыхания протекает крайне замедленно. Если семена закупорить в бутылку и лишить их доступа кислорода воздуха, т. е. прекратить дыхание, то семена вскоре потеряют свою жизнеспособность (задохнутся) и при посеве не взойдут. Главным условием для хранения семян является сухой воздух.

Семена разных видов сохраняют свою жизнеспособность в течение различных сроков (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

Наименование растения	Срок сохранения всхожести семян
Кислица	Несколько часов
Тополь, ива	» дней
Мак, тыква, огурец . .	» лет
Пшеница и другие зла- ки, бобовые	8—15 лет
Кассия	85 лет и более
Манчжурский лотос . .	300—400 лет

**Прорастание
семян**

Для того чтобы семя вывести из состояния относительного покоя, т. е. вызвать в нем процесс прорастания, необходимы влага, определенная температура и кислород воздуха. Вода, поступающая в семя через семявход (бывшее микропиле) вызывает набухание семени, т. е. обогащение его клеток водой, увеличение объема семени. Вследствие набухания семени его кожура разрывается и зародыш освобождается от кожуры. Разбухание семян происходит с такой силой, что может разорвать бутылку. Известен случай, когда пароход, груженный семенами гороха, получил пробойну и сел на мель. Намокшие семена гороха стали набухать и разорвали пароход.

Только в условиях достаточной увлажненности цитоплазмы клеток в семени преобладают активность ферменты, начинаются энергичные жизненные процессы, преобразование веществ и ростовые явления.

В случаях водо- и воздухопроницаемости кожуры семян их подвергают скарификации, т. е. царапают, нарушают целостность кожуры семени в специальных машинах (скарификаторах).

Для развития зародыша, кроме воды, нужна для каждого вида своя определенная температура. Так, прорастание семян пшеницы и ржи может происходить при температурах от 5 до 37°, подсолнечника — от 5 до 44°, тыквы — от 10 до 50° и огурца — от 16 до 50°.

Семена многих растений для прорастания нуждаются в низкой температуре. Это свойство семян естественно: ведь в природе, в умеренном и холодном климате, семена, созревшие осенью, сохраняются при низкой температуре в течение зимы.

В практике прием влияния низкой температурой на семена называется стратификацией. Для стратификации семян осенью укладывают в ящик с влажным песком, затем ящик закапывают в грунт до весны.

Прорастающие семена усиленно дышат, поэтому им необходим кислород. Если посеянные в почву семена покроются корочкой, которая образуется у некоторых почв после дождя, то замедляется доступ к ним воздуха и семена задыхаются, приостанавливают процесс прорастания или гибнут. Вот почему в сельском хозяйстве разрушение образовавшейся на почве после дождя корочки считается важным агротехническим мероприятием.

Перечисленные благоприятные условия вызывают в клетках семени выделение ферментов, которые переводят нерастворимые запасные питательные вещества в растворимые и зародыш, питаясь ими, начинает развиваться в проросток и затем в молодое растение.

Плод

После оплодотворения, одновременно с развитием семязачатков в семени, стенки завязи пестика развиваются в околоплодник. Околоплодником называются стенки плода, окружающие семена. Околоплодник обычно состоит из трех слоев:

1) наружного, или экзокарпия, покрытого иногда различными выростами (крылатка у клена, прицепки у репья);

2) среднего, или мезокарпия, у сочных плодов составляющего сочную мякоть, содержащую много сахара (слива, черешня) или масло (маслина);

3) внутреннего, или эндокарпия, у сочных плодов часто превращающегося в слой каменистых клеток (косточка сливы, вишни) или в сочную мякоть (лимон, апельсин).

Незрелые плоды обычно зеленого цвета, клетки экзокарпия и мезокарпия содержат хлорофилл и фотосинтезируют. По мере созревания плод теряет зеленый цвет и часто приобретает яркую окраску, обусловливаемую или антоцианом в клеточном соке (у вишни, винограда, черники), или хромопластами (рябина, томат).

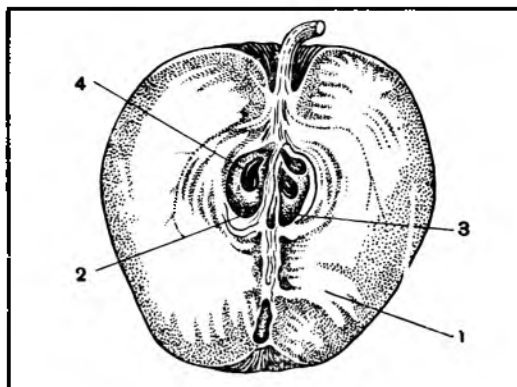
У некоторых видов растений плод образуется не только из завязи пестика, но и из цветоложа или околоцветника. Такие плоды называются ложными. Например, ягодообразный ложный плод земляники является разросшимся сочным окрашенным цветоложем, на котором находятся мелкие сухие настоящие плодики (семянки), образовавшиеся из завязей пестиков (см. рис. 273); ягодообразный ложный плод шиповника также является разросшимся сочным окрашенным цветоложем (см. рис. 276); ягодообразные ложные плоды яблони и груши также образованы разросшимся цветоложем, а завязь пестика образует только внутреннюю, центральную часть плода (рис. 216).

У некоторых видов растений плод образуется из нескольких пестиков. Такой плод называется сборным, или сложным. Например, сборный плод малины (см. рис. 220), ежевики, лютика.

У некоторых видов плод образуется из соцветия. Такое образование называется соплодием. Например, соплодие у свеклы — клубочек (см. рис. 249), соплодие у шелковицы — «ягода» (см. рис. 235), соплодие у винной ягоды — «ягода» (см. рис. 236). Соплодие у шелковицы является сросшимися ложными плодами, образованными разросшимися околоцветниками.

216. Продольный разрез яблока.

1 — разросшееся цвето-
ложе;
2, 3 — гнезда завязи пе-
стика;
4 — семя.



У некоторых сортов культурных растений плоды развиваются без опыления и оплодотворения, и потому без семян. Это явление образования плода без семян называется партенокарпией. Партенокарпия наблюдается у некоторых сортов яблони, груши («бессемянка»), винограда (изюм — сушеный виноград без семян), крыжовника, мандарина, апельсина, лимона, инжира, японской хурмы и др. У некоторых сортов можно вызвать партенокарпию посредством раздражения рыльца чужеродной пылью (опыляя грушу пылью яблони, томат — пылью картофеля, баклажан — пылью томата), некоторыми химическими веществами, укусами насекомых, прижиганием раскаленной проволокой и др. Бессеменные плоды обычно мельче плодов с семенами и, следовательно, они дают меньшие урожаи. Однако в практике потребителем бессеменные плоды высоко ценятся. Размножаться бессеменные сорта могут только вегетативно.

Все разнообразие плодов делят на следующие типы.

1. Орех, или орешек, имеет деревянистый околоплодник, в котором находится одно свободно лежащее семя. Например, у лещины (см. рис. 244), дуба (см. рис. 240), бука (см. рис. 241), конопля (см. рис. 237).

2. Семянка имеет кожистый околоплодник, в котором находится одно свободно лежащее семя. Например, у подсолнечника, одуванчика (см. рис. 315), ромашки и других видов из семейства сложноцветных.

3. Зерновка имеет кожистый околоплодник, в котором находится одно сросшееся с околоплодником семя. Например, у пшеницы (см. рис. 215), ячменя и других видов из семейства злаков.

4. Крылатка имеет околоплодник ореховидного или семяновидного типа, разросшийся в один или несколько крылатых придатков. Например, у клена, березы, вяза, ясеня (рис. 217).

5. У некоторых видов сухой нераскрывающийся плод имеет летучку — хохолок из волосков. Например, у одуванчика (см. рис. 217).

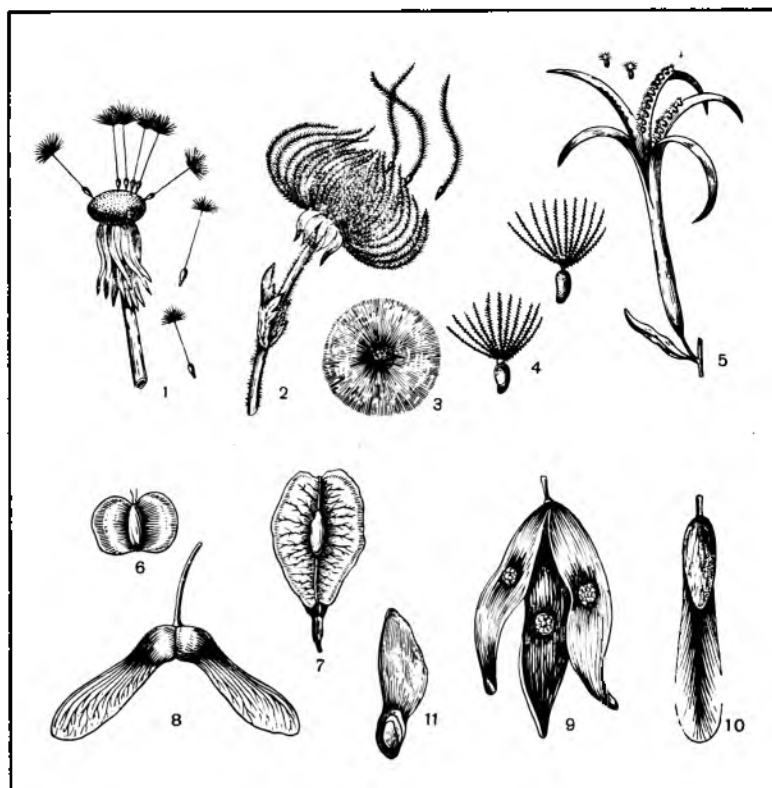
6. Листовка — коробчатый одногнездный, многосеменной плод, образованный одним плодолистиком, раскрывающийся по брюшному шву от вершины к основанию (рис. 218). Например, у ваточника, видов семейства лютиковых и семейства розоцветных. У пеопа образуется много листовок из пестиков одного цветка.

Нераскрывающиеся сухие плоды

Раскрывающиеся сухие плоды

217. Плоды и семена, разносимые ветром.

Волосистые летучки у плодов одуванчика (1), плодов гравилата (2), семена хлопчатника (3), плодов чертополоха (4), семя кипрея (5); крылатые образования у плодов березы (6), вяза (7), клена (8), айланта (9), ясеня (10), семена сосны (11).



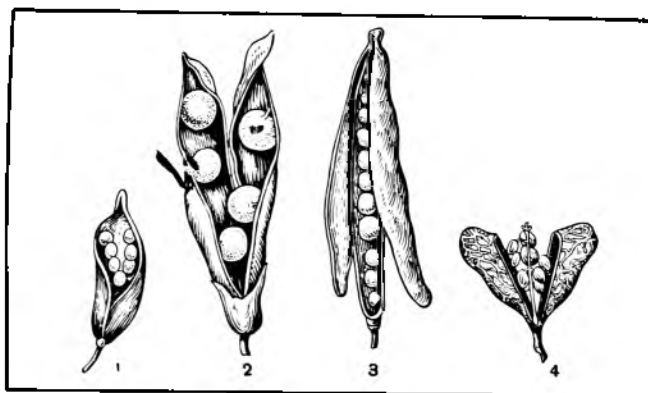
7. Боб — коробчатый одногнездный, чаще многосеменной плод, образованный одним плодолистиком, раскрывающийся по брюшному и спинному швам от вершины к основанию (см. рис. 218). Например, у гороха и других видов семейства бобовых. У некоторых видов при раскрывании створок боба они, спирально закручиваясь, разбрасывают семена (например, у желтой акации). У некоторых видов бобы односеменные (например, у эспарцета) и тогда не раскрывающиеся.

8. Стручок и стручочек — коробчатый двухгнездный многосеменной плод, образованный двумя плодолистиками. В середине плода сверху донизу проходит пленчатая перегородка, к краям которой прикреплены семена. Раскрывается плод двумя створками по двум швам от основания к вершине (см. рис. 218). Створки отпадают, а перегородка с семенами остается. Стручком называется длинный и узкий плод — длина больше ширины в 4 раза и более (например, у горчицы), а стручочком — короткий и широкий (см. рис. 218) (например, у пастушьей сумки).

9. Коробочка — многогнездный (редко одногнездный) многосеменной плод, образованный несколькими плодолистиками (рис. 219). Раскрываются коробочки различно, то створками [например, у хлопчатника (см. рис. 265), дурмана, льна-прыгунца, чая, лилии, клещевины], то зубчиками на вершине коробочки (например, у многих видов семейства гвоздичных), то дырочками (например, у некоторых видов мака и колокольчика), то крышечкой на верхушке коробочки (например, у белены), то боковыми щелями (например, у бамии).

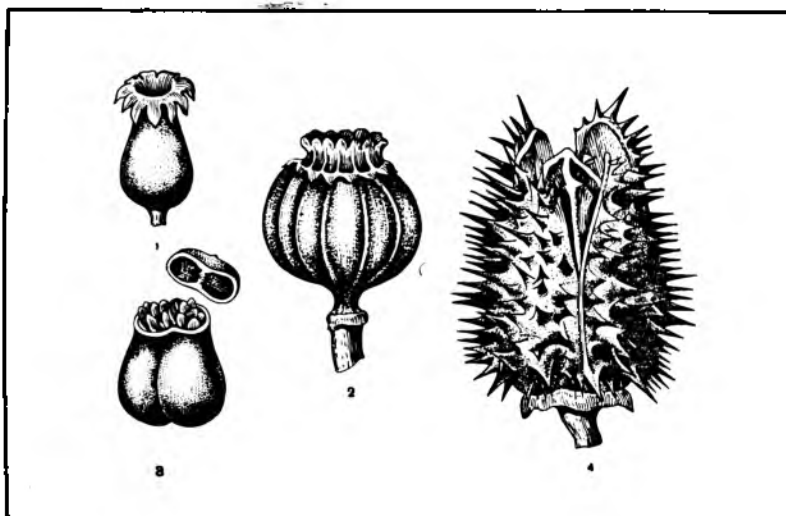
218. Раскрывающиеся плоды.

- 1 — листовка;
2 — боб;
3 — стручок;
4 — стручочек.



219. Коробочки раскрывающиеся.

- 1 — первоцвета;
2 — мака;
3 — белены;
4 — дурмана.



У некоторых видов сухие многосеменные плоды (стручки, бобы) при созревании распадаются поперечно на односеменные членики (например, у дикой редьки). Такие плоды называются членистыми.

У других видов сухие многосеменные плоды при созревании распадаются продольно на отдельные односеменные членики, например у клена (см. рис. 217) и других видов семейства кленовых, а также у семейств зонтичных, губоцветных, мальвовых и некоторых других. Такие плоды называются дробными.

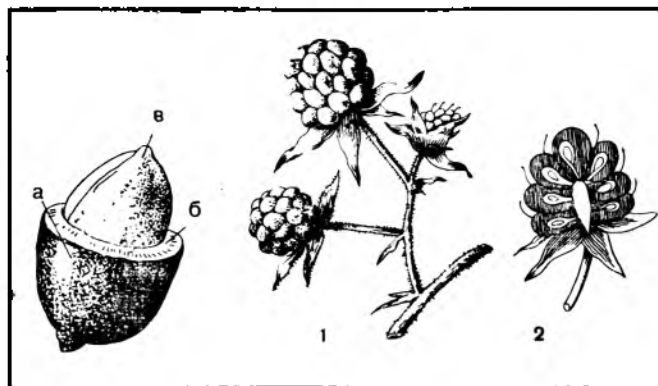
10. Ягода — сочный, обычно окрашенный, многосеменной плод, образованный одним или несколькими плодолистиками. Семена в ягоде погружены в сочную мякоть. Например, у винограда, смородины, крыжовника, белладонны, черники, клюквы, картофеля, томата, огурца, арбуза, дыни, тыквы, лимона, мандарина, апельсина (огурец, тыква, арбуз, дыня являются ложными ягодами, так как наружная часть мясистого плода у них образовалась из цветоложа).

11. Костянка — обычно сочный и окрашенный, одногнездный, односеменной или многосеменной плод, образованный одним или несколькими плодолистиками. Эндокарпий у костянки имеет вид косточки. Например, у сливы (рис. 220),

Сочные плоды

220. Костянка сливы (слева). Сборная костянка малины (справа).

а — кожица (экзокарпий);
 б — мякоть (мезокарпий);
 в — косточка (эндокарпий).
 1 — сборная костянка малины;
 2 — она же в разрезе.



вишни, абрикоса, кизила, маслины. Многокосточковые костянки — у бузины, крушины слабительной. Плод грецкого ореха является костянкой, но его мезокарпий не сочный; сам же так называемый орех является косточкой плода. У костянки миндаля также мезокарпий не сочный, а у костянки кокосовой пальмы он волокнистый.

Плодовитость покрытосеменных растений очень высока. Так, одно растение пшеницы в хороших условиях образует около 2000 семян в год, растение белой лебеды — около 100 000, белены — около 500 000, гулявника — около 750 000, тополя — около 27 000 000 семян.

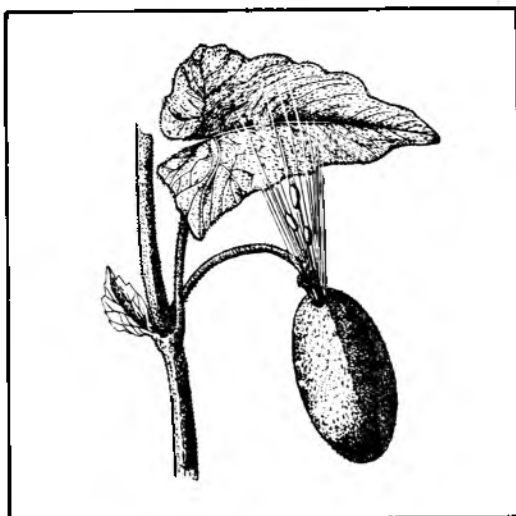
Распространение плодов и семян

У семян и плодов покрытосеменных растений наблюдается много разнообразных приспособлений для распространения. Большая часть видов растений приспособилась к распространению семян и плодов посредством ветра (анемохория). Семена хлопчатника, осины, тополя, ивы, плоды одуванчика и др. (см. рис. 217) имеют своеобразные длинные волоски и летучки, способствующие рассеиванию их ветром часто на далекие расстояния. Плоды клена, березы, вяза, ясени, ольхи, семена сосны, ели и др. имеют крылатые выросты (почему и называются плоды крылатками), способствующие рассеиванию их ветром (см. рис. 217). Так же способствует рассеиванию ветром кроющий лист при цветении липы (см. рис. 261). Семена многих видов из семейств вересковых, горечавковых, орхидных и др. настолько мелки и легки, что переносятся ветром, как пыль, на очень большие расстояния. Растения верблюжьей травы, курая, клоповника и др., имеющие шарообразную форму, после созревания плодов отламываются ветром от подземной части и катятся по степи на далекие расстояния, часто образуя целые движущиеся валы, рассеивая по пути свои семена. Эти растения получили общее название «перекати-поле».

Семена и плоды водных растений распространяются водой (гидрохория). Вода дождевая (особенно после ливня), вода ручьев и рек играет значительную роль в переносе семян и плодов растений, выросших на суше.

Большую роль в распространении семян играют животные. Птицы (орнитохория) и в меньшей степени другие животные (зоохория) поедают сочные плоды. Семена их, проходя через пищеварительный тракт животного, не повреждаются, не утрачивают своей всхожести. Вместе с экскрементами животных семена попадают на землю и прорастают.

221. Бешеный огурец.



Таким образом, семена прорастают часто на значительном расстоянии от материнского растения. У некоторых видов растений (например, у репейника, моркови, лопуха, липучки) семена и плоды имеют различные прицепки или клейкую поверхность и цепляются за шерсть проходящего мимо животного или приклеиваются к перьям птиц и таким образом переносятся. Мелкие семена распространяются муравьями, а также могут прилипать с грязью к копытам животных и таким образом переноситься.

У некоторых видов растений выработалась способность самостоятельно разбрасывать свои семена (автохория). Так, у желтой акации створки созревших бобов раскрываются и спирально скручиваются с такой силой и быстротой, что имеющиеся в бобе семена разбрасываются с силой во все стороны. Объясняется такое раскрытие плода у желтой акации тем, что при созревании ее боба наружные и внутренние слои его створок сокращаются неодинаково и между ними возникает и растет натяжение, которое и обуславливает скручивание и сотрясение створок при раскрытии боба.

У «бешеного» огурца (рис. 221), созревший плод которого отламывается от плодоножки, в образовавшееся отверстие выбрасываются вместе с жидким содержимым семена. Это происходит с такой силой, что семена обычно падают на расстоянии нескольких метров. Объясняется такое выбрасывание жидкости и семян тем, что в плоде по мере его созревания растет давление и к моменту созревания плода достигает большого напряжения.

Интродукция, акклиматизация и натурализация

Роль человека в распространении растений чрезвычайно велика. Все больше растет интродукция, т. е. введение человеком чужеземных растений, причем часто из других частей света. Картофель, кукуруза, табак, подсолнечник, арахис и другие растения интродуцированы в Европу из Южной Америки, чай, цитрусовые — из Восточной и Южной Азии, эвкалипт — из Австралии.

липт — из Австралии. Пшеница была интродуцирована из Европы (с юга России) в Северную Америку. И теперь интродукция растений продолжается.

Интродукция чужеземного растения в новые условия среды, приспособление его к этим условиям называется **а к к л и м а т и з а ц и е й** растения. Интродукция чужеземного растения в условия среды, сходные, близкие, называется **н а т у р а л и з а ц и е й** растений.

Наряду с сознательной интродукцией ценных для человека растений переносились и распространялись, помимо воли человека, и прочие растения. Так, в Европу были перенесены элодея, или водная чума, щирца, энотера, пахучая ромашка и др. — из Северной Америки, дурман и др. — из Центральной Азии, аир и др. — из Восточной Азии. В Северную Америку были перенесены из Европы пырей ползучий, подорожник большой, куколь, мокрица и др.

Сорняки наших полей приспособились к распространению своих семян и плодов в условиях культуры. Эволюция этих видов растений протекала с начала зарождения земледелия и путем отбора у них выработались замечательные особенности в распространении семян. Так, сорняки льна — виды плевела, рыжика, торицы и др. — имеют семена, сходные по весу, объему и времени созревания с семенами льна, вследствие чего они могут быть собраны и впоследствии посеяны вместе с семенами льна.

Сорняк мака — белена — имеет настолько сходные с ним семена, что белену трудно отличить и отделить от семян мака. В Австрии в 1910 г. наблюдались массовые отравления маком. Впоследствии выяснилось, что мак был засорен ядовитыми семенами белены. Человек, очищая посевные семена от семян сорняков, борясь в течение всего года с сорными растениями, сильно снижает их распространение или даже полностью уничтожает сорняки.

Начиная с 50-х годов текущего столетия и в настоящее время широко внедряется в практику метод борьбы с сорными растениями посредством ядовитых для них химических веществ. Эти средства борьбы называются гербицидами (от латинских слов «герба» — трава и «цэдо» — убиваю). Химическая промышленность вырабатывает гербициды сплошного действия, уничтожающие все части растений (и над, и под землей) и применяемые для борьбы с растительностью на канавах, дорогах и т. п. Это хлораты натрия и кальция и др. Кроме того, вырабатываются гербициды избирательного действия, уничтожающие только определенные семейства растений, например только сложноцветные или только лебедовые. Это динитроортокрезолат натрия, применяемый для «прополки» хлебных злаков и лука.

Плоды и семена имеют огромное значение в жизни человека. Прежде всего это пища. Хлеб получают из муки, которая представляет собой не что иное, как запасные питательные вещества, отложенные в семенах, зародыши семян, кожуру семян. Многие плоды и семена употребляются человеком в пищу, многие идут на корм сельскохозяйственным животным. Многие плоды и семена используются человеком в качестве лекарств, наркотиков, для технических целей (для получения жирных и эфирных масел, крахмала, прядильного волокна для изготовления бумаги и других целей).

Селекционеры улучшают качества возделываемых растений. Путем искусственного отбора, гибридизации и другими

методами, селекционеры получают новые сорта растений, дающие плоды и семена больших размеров и лучшего качества. Новые выведенные сорта распространяются часто в новых экологических условиях, в новых областях, расширяя ареал данного вида. Например, благодаря выведению новых морозоустойчивых и выносливых сортов плодовых и ягодных растений И. В. Мичурин отодвинул далеко на север границу их распространения.

Классификация Покрытосеменных

Покрытосеменные — наиболее многочисленный тип или отдел растений. В настоящее время в типе насчитывается более 200 000 видов. Разные систематики насчитывают в типе покрытосеменных разное число видов (всего во всех типах растительного мира известно свыше 500 000 видов растений). Начиная с мелового периода, покрытосеменные являются господствующими растениями на земле. В СССР произрастает около 17 500 видов покрытосеменных растений.

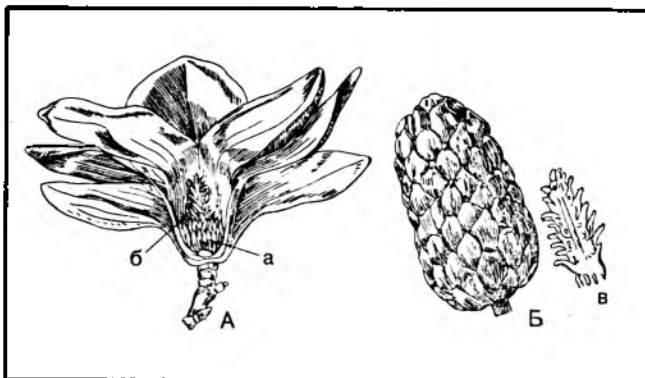
Все разнообразные виды покрытосеменных обычно делят между двумя классами — двудольных и однодольных растений. Характерные признаки растений обоих классов приведены в табл. 4.

ТАБЛИЦА 4

Двудольные растения	Однодольные растения
1. Зародыш у подавляющего большинства видов имеет две семядоли. У некоторых видов в семядолях откладываются питательные вещества 2. Корневая система стержневого типа, так как главный корень хорошо развивается 3. Проводящие пучки стебля и корня открытые 4. На поперечном разрезе стебля первичного строения наблюдается расположение проводящих пучков по окружности, а у стебля вторичного строения — сплошными кольцами луба, камбия и древесины 5. Листья у большинства видов очень различны по форме, изрезанности и краю пластинки. Есть сложные листья 6. Жилкование листьев у большинства видов сетчатонервное 7. Цветки у большинства видов пятичленные, реже — четырехчленные и очень редко — трехчленные	1. Зародыш у подавляющего большинства видов имеет одну семядолю 2. Корневая система мочковатая, состоит из придаточных корней; главный корень не развивается 3. Проводящие пучки стебля и корня закрытые 4. На поперечном разрезе стебля наблюдается беспорядочное расположение проводящих пучков или расположение в 1—2 круга (соломина злаков) 5. Листья у большинства видов простые, цельнокрайные 6. Жилкование листьев у большинства видов дугообразное или параллельное 7. Цветки чаще трехчленные или имеют число членов, кратное трем

223. Магнолия крупноцветковая (*Magnolia grandiflora*).

А — продольный разрез
цветка;
а — тычинки;
б — пестики;
Б — шишкообразный
сборный плод;
в — продольный разрез
цветоложа с пестиками.



ложены питательные вещества, необходимые растению в начале его жизни, когда еще не развиты листья и корни и нет настоящего самостоятельного питания.

В классе двудольных известно более 150 000 видов растений. Сначала мы познакомимся с простейшими семействами двудольных растений, у которых наблюдаются признаки, характерные для типа голосеменных, например у семейства магнолиевых — расширенные нити многочисленных тычинок, шишкообразный сборный плод, образованный множеством свободных плодиков, у некоторых — отсутствие сосудов в древесине, состоящей из трахенд и др.

Некоторые систематики делят класс двудольных на два подкласса: раздельнолепестные и спайнолепестные (к первому подклассу относят и безлепестные). Это деление не выдерживает критики, потому что в некоторых порядках наблюдаются и раздельнолепестные, и спайнолепестные семейства. Мы не следуем этому делению, но подчеркиваем, что спайнолепестность в филогенетическом отношении является прогрессивным признаком.

Порядок
Магнолиецветные —
Magnoliales

Виды растений этого порядка характеризуются как примитивные виды. Они — деревья. В их ксилеме — примитивные сосуды (лестничные) или совсем нет сосудов, трахены. Части цветка на цветоложе часто расположены по спирали. Пестиков и тычинок очень много, неопределенное число. Впоследствии много и листовок — плод сборный, похожий на шишку.

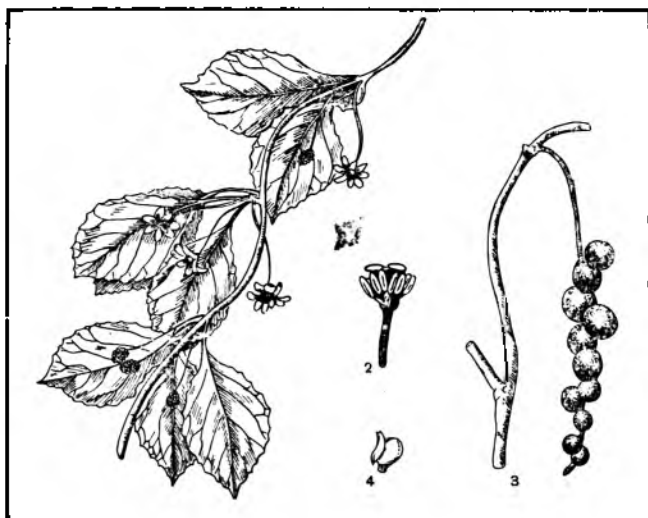
Семейство
Магнолиевые

Семейство магнолиевые — *Magnoliaceae* — деревья или кустарники. Листья крупные, цельные или лопастные, обычно очередные. Листья и кора богаты эфиромасличными железками. Цветки крупные, обоеполые, сильно пахнущие. Венчик состоит из отдельных лепестков и не отличается резко от чашечки. Чашелистики и лепестки располагаются на цветоложе кругами или по спирали. Многочисленные тычинки имеют сплюснутые нити, на которых пыльники расположены немного ниже конца нити. Многочисленные пестики, как и тычинки, спирально расположены на конусообразно вытянутом цветоложе, имеют сидячее рыльце. Плод сборный, шишкообразный, состоящий из листовок.

В семействе содержится около 100 видов. Из них распространенными у нас и типичными для семейства являются следующие виды: магнолия крупноцветковая и лильная, тюльпанное дерево и лимонник китайский (некоторые систе-

224. Лимонник китайский (*Schizandra chinensis*).

- 1 — ветвь с женскими
цветами;
2 — мужской цветок;
3 — кисть ягод;
4 — семя.



матики лимонник китайский выделяют в отдельное семейство лимонниковых — *Schizandraceae*).

Магнолия крупноцветковая — *Magnolia grandiflora* (рис. 223) — дерево, вечнозеленое, достигающее в высоту 45 м. Листья крупные (12—25 см длины), черешковые, очередные, продолговатояйцевидные, блестящие, зеленые с верхней стороны и опушенные коричневые с нижней (похожи на листья комнатного растения фикуса). Цветет в мае — сентябре. Цветки крупные (до 22 см в поперечнике), одиночные, белые, очень ароматные. Околоцветник простой, венчиковидный, из 6—12 листочков. Формула цветка: $*P_{3+3+3}A_{\infty}G_{\infty}$. Опыляется жуками. Плод — эллиптическая, прямостоячая многолистовка, напоминающая шишку хвойных.

В СССР разводится главным образом в Крыму, Грузии, южных районах Краснодарского края, Азербайджане, Средней Азии как декоративное растение. Родиной является субтропическая юго-восточная часть Северной Америки.

Из листьев добывают эфирное масло, применяемое в медицине для снижения кровяного давления. Эфирное масло используется также в парфюмерии.

Магнолия лилейная — *Magnolia denudata* — небольшое дерево с опадающими листьями. Цветет весной до появления листьев. В СССР разводится главным образом в Закавказье и Крыму, иногда в УССР.

Тюльпанное дерево — *Liriodendron tulipifera* — дерево, достигающее 40 м высоты. Имеет крупные трехчленные цветки, похожие на цветки тюльпана. В СССР разводится главным образом на Черноморском побережье Кавказа. Родина — юго-восточная часть Северной Америки.

Лимонник китайский — *Schizandra chinensis* (рис. 224) — деревянистая лиана, достигающая 10—15 м длины и 2 см толщины. Кора буровато-коричневая. Листья очередные, расположены пучками, черешковые, обратнойцевидные. Черешки красноватые. Цветет в мае — июне. Цветки белые, восковидные, однополые, однодомные, душистые, до 2 см в поперечнике, на длинных поникших красноватых цветоножках. Околоцветник простой венчиковидный. Плоды —

ягоды красного цвета, шаровидные, расположенные на вытянутом цветоносе, образуя колосовидную кисть с 10—40 ягодами. Семена плоские округлые, 3 мм в диаметре. Плоды и семена содержат лимонную (10—11%), яблочную (7—8%) и другие кислоты, эфирные и жирные масла, дубильные вещества, моносахариды (9%), белковые вещества, витамин С. При растирании стебли, корни, плоды пахнут лимоном.

В СССР произрастает на Дальнем Востоке в лесах, по долинам рек, по обрывам. Лимонник введен в культуру.

Из семян и плодов лимонника готовят настойку и порошок, применяемые для снижения кровяного давления, для поднятия сил при переутомлении и для повышения трудоспособности. Лимонник применяется также в пищевой промышленности.

Порядок
Лавроцветные —
Laurales
Семейство
Лавровые

Семейство лавровые — Lauraceae — вечнозеленые деревья или кустарники. Листья кожистые простые цельнокрайние очередные без прилистников. Листья богаты эфиромасличными железками, имеют характерный запах. Цветки у большинства видов обоеполые, правильные, трехчленные, с раздельными лепестками. Пестик один, из одного плодолостика помещается на дне вогнутого цветоноса. Завязь одноклеточная, с одной семязачатком. Плоды — костянки.

В семействе насчитывают около 1000 видов. Из них характерными для семейства и ценными у нас являются лавр благородный, коричник камфарный, коричное дерево и авокадо.

Лавр благородный — *Laurus nobilis* (рис. 225) — вечнозеленое деревцо или кустарник. Кора бурая, гладкая. Листья очередные, короткочерешковые, эллиптические, по краю слегка волнистые, цельнокрайние, голые, 6—20 см длины, серовато-светло-зеленые, сверху блестящие, снизу матовые, с пряным запахом. Цветет в марте — мае. Цветки однополые, собранные в зонтиках в пазухах листьев. Околоцветник простой, чашечковидный, состоящий из 4 (реже 6) беловатых листочков. Формулы цветков: ♂ $P_{(4)}A_{3-12}$ и ♀ $P_{(4)}\underline{G}_1$. Тычиночные нити имеют железки. Плод — черно-синяя костянка.

В СССР произрастает в культуре на Черноморском побережье Крыма и Кавказа. В Западной Грузии образует рощи (одичавшие насаждения). Родина — Средиземноморье.

Все части растения богаты эфирными маслами. Высушенные листья («лавровый лист») используются как пряность в кулинарии, в консервной промышленности. Эфирные масла добываются из листьев. Из плодов добывают жирное масло (в плодах 50% жирного и 1% эфирного масла). В народной медицине применяется жирное масло в качестве мази (бобровая мазь) при лечении ревматизма, простудных заболеваний и чесотки.

Коричник камфарный, или камфарный лавр — *Cinnamomum camphora* (рис. 226) — быстрорастущее вечнозеленое дерево, достигающее 50 м высоты. Листья при растирании издают запах камфары. Цветет в мае — июне. Цветки мелкие, желтоватые, собранные в зонтиках и пазухах листьев. Плод — черная шаровидная костянка. Во всех частях растения имеются вместилища с эфирным маслом.

Расчет в Корею, Китае и Японии. В СССР разводится на Черноморском побережье Кавказа.

Используются молодые ветви для получения эфирного масла, из которого добывается кристаллическая камфара (выход — 90%), применяемая в медицине как средство, тонизи-

225. Лавр благородный (*Laurus nobilis*).226. Коришник камфарный (*Cinnamomum camphora*).

- 1 — ветвь с соцветиями;
2 — ветвь с плодами;
3 — продольный разрез цветка,
4 — тычинка;
5 — тычинка с раскрывшимся пыльником.



рующее сердечно-сосудистую систему. Камфора также используется в технике (для изготовления целлулоида и различных других целей).

Коричное дерево китайское — *Cinnamomum cassia* — и коричное дерево цейлонское — *C. seylonicum* — небольшие деревья с мелкими белыми цветами, собранными в соцветия. Формула цветка: $R_{3+3}A_{3+3+3+3}G_{\underline{3}}$. Плод — ягода. Произрастают дико и разводятся в юго-восточной Азии и Австралии, а в СССР — в субтропиках Грузии. Из коры этих деревьев получают корицу, употребляемую как ароматическое и пряное вещество.

Авокадо — *Persea drymifolia* — плодовое дерево. Плод — крупная ягода с сочной, зелено-желтой, маслянистой мякотью, по вкусу напоминающей грецкий орех. Плод содержит 10—30% жирного масла. В тропическом поясе Земли является одной из важнейших пищевых культур. В СССР успешно вводится в культуру в субтропиках Грузии. Родина — тропики Америки и Восточной Азии.

В семействах этого порядка, как увидим ниже (семейство лютиковых), отчетливо проявляются изменения эволюционного характера. Это изменения у видов от обоеполюх цветков к однополым, от актиноморфных цветков к зигоморфным, от опыления посредством насекомых к опылению посредством ветра и др. К порядку относятся семейства: лютиковые, барбарисовые и др.

Семейство лютиковые — *Ranunculaceae* — травы, реже кустарники или лианы, распространенные по всей земле, но преимущественно в умеренном и холодном климате. Листья расчлененные, реже цельные, очередные, реже супротивные. Цветки с раздельными лепестками, правильные, реже неправильные, обоеполые, с двойным или простым пятичленным, реже трех-четыречленным околоцветником. Опыление — преимущественно насекомыми. Тычинок много. Пестиков много или один. Плод — сложная семянка или листовка, редко — ягода. Семена имеют маслянистый эндосперм. Многие виды лютиковых содержат ядовитые алкалоиды, глюкозиды, многие виды живут в воде и у них наблюдается гете-

Порядок
Раналиевые —
Ranales

Семейство
Лютиковые

227. Горлицеват весенний (*Adonis vernalis*).

- 1 — побег с цветком;
2 — дваждыперисто-
рассеченный лист;
3 — сборный плод;
4 — плод.



рофилия (см. рис. 108). Сосудисто-волокнуистые пучки у многих видов лютиковых замкнутые, как у однодольных.

Семейство лютиковых объединяет более 1200 видов растений. Наиболее распространенными и имеющими экономическое значение являются горлицеват весенний, аконит ядовитый, лютик едкий, прострел луговой, ветреница, живокость высокая, морозник кавказский.

Горлицеват весенний, или адонис весенний, или черноторка, или стародубка — *Adonis vernalis* (рис. 227) — травянистое многолетнее растение, 5—40 см высоты, имеющее несколько стеблей и толстое темно-бурое корневище. Основания стеблей покрыты чешуевидными буроватыми листьями. Стеблевые листья сидячие, очередные, двоякопальчаторассеченные (верхние) и пальчатоперисторассеченные (нижние) с узкими линейными цельнокрайними дольками. Цветет в апреле — мае (в северных районах — до середины июня). Цветки одиночные, желтые с двойным околоцветником до 6 см в поперечнике. Чашечка фиолетово-зеленая, из 5—8 опушенных чашелистиков. Венчик из 10—20 лепестков. Тычинок и пестиков много. Все части цветка располагаются на выпуклом, коническом цветоносе по спирали. Формула цветка: $*C_5 C_0 \infty A \infty G \infty$. Плодоносит в июне—июле. Плод сборный — многосемянка (или многоорешек). Плодики овальные, морщинистые, с носиком, семечки (или орешки). Все растение ядовито.

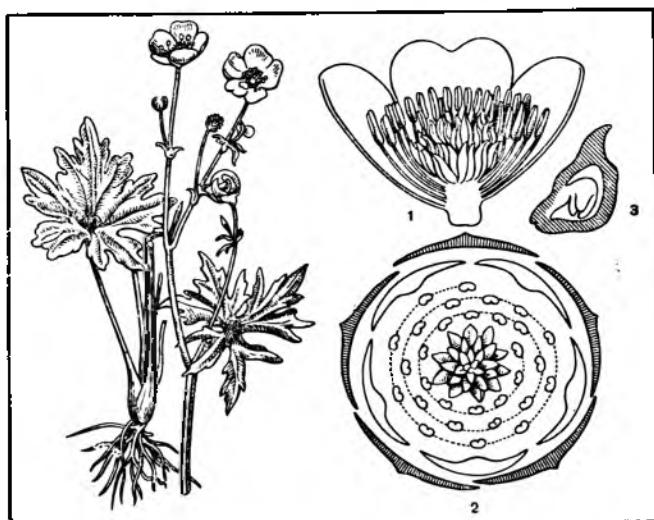
В СССР растет дико в лесостепи и степной зоне Европейской части и в Западной Сибири, в разнотравных степях, на лесных лугах, среди кустарников.

Стебли и листья содержат гликозиды пимарин и адонитоксин, применяемые в медицине как сердечно-сосудистые средства.

Ветреница — *Anemone* — род травянистых многолетних растений. Имеют корневища. Листья сердцевидные, прикорневые. Цветочные стебли у большинства видов под цветком имеют обертку из листьев. Цветут рано весной. Цветы голубые, желтые, красные или белые, одиночные или немногочисленные. Околоцветник простой, большей частью пяти-

228. Лютик едкий (*Ranunculus acris*).

Слева — нижняя часть растения и цветущий побег; справа: 1 — продольный разрез цветка; 2 — диаграмма цветка; 3 — продольный разрез одного из пестиков.



членный. Много тычинок и пестиков, расположенных спирально. Плод — многосемянка. Все части растения ядовиты. В СССР распространен в Европейской части, в хвойных и лиственных лесах.

Используется в народной медицине при лечении ревматизма, золотухи и др.

Лютик едкий — *Ranunculus acris* (рис. 228) — многолетнее травянистое растение 30—70 см высоты. Стебель прямой, ветвистый. Листья очередные, пальчаторассеченные. Нижние стеблевые листья имеют длинные черешки, пятираздельные; верхние сидячие, трехраздельные. Цветет в мае — августе. Цветоносы бороздчатые. Цветки желтые небольшие. Формула цветка: $*C_5C_5A_{\infty} \bar{G}_{\infty}$. Лепестки имеют свойство легко опадать. Цветоложе выпуклое. Тычинки и пестики расположены по спирали. Плоды сложные, состоящие из орешков. Растение ядовито.

В СССР широко распространен в Европейской части и Западной Сибири в лугах и на окраинах болот.

Применяется в народной медицине.

В роде лютиков насчитывается около 250 видов; многие из них широко распространены в СССР. Например, лютик полевой — *R. arvensis* — сорнополевое растение, однолетнее, распространено в южных районах СССР, лютик ползучий — *R. repens* — сорнополевое растение, многолетник, ядовит, распространен по всей территории СССР, лютик ядовитый — *R. sceleratus* — многолетник, очень ядовит, распространен по берегам водоемов и др.

Прострел луговой, или сон-трава, — *Pulsatilla pratensis* или *Anemone pratensis* — небольшое травянистое многолетнее растение. Стебель прямостоячий, покрыт густыми мягкими волосками. Листья прикорневые пальчаторассеченные. Цветет в апреле—мае. Цветки крупные, бледно-лиловые или зеленовато-желтые, пониклые. Под цветком имеется покрывало, рассеченное на линейные дольки, покрытые длинными волосками. Околоцветник простой, из 6 лепестков. Плодики с длинным столбиком.

В СССР распространен в западных областях в сосновых борах, на сухих холмах.

229. Морозник (*Helleborus niger*).

- 1 — корневище, лист,
цветки;
2 — продольный разрез
цветка;
3 — пестик;
4 — плоды.



Растение содержит гликозид протоанемонин. Экстракт из листьев прострела лугового является бактерицидным и фунгицидным средством.

Морозник кавказский, или зимовник кавказский, *Helleborus caucasicus* (рис. 229) — травянистое многолетнее вечнозеленое растение 25—50 см высоты. Имеет горизонтальное корневище. Листья прикорневые, крупные, черешковые, кожистые, пальчаторассеченные на 5—11 ланцетных долей. Цветочный стебель безлистный. Цветет в декабре—апреле, почему и назван морозником. На цветочном стебле 1—3 беловатых крупных поникших правильных обоеполюх цветка. Околоцветник простой, из 5 лепестковидных листочков. Тычинок много. Пестиков 3—10 с верхними завязями. Плоды — листовки.

В СССР распространен в Грузии и в юго-западных районах Краснодарского края, в лиственных лесах.

В корневище и корнях есть гликозид корельборин К, применяемый в медицине при лечении сердечных заболеваний.

В медицине с той же целью используется и морозник красноватый — *H. viridifolius*, цветущий в марте—апреле, имеющий фиолетово-красные цветки, распространенный в лесах Карпат (нижний пояс) и в Закарпатской области. В корнях и корневищах его имеется гликозид корельборин П, применяемый в медицине, как и корельборин К.

Аконит ядовитый — *Aconitum napellus* (рис. 230) — травянистое многолетнее растение, имеющее два продолговатых корнеклубня (старый, отмирающий, и новый, дающий стебель на следующий год). Стебли достигают 1,5 м высоты. Листья темно-зеленые, черешковые, пальчаторассеченные. Цветет в июле—августе. Цветки собраны в длинную кисть. Цветки неправильные, темно-лилового цвета. Чашечка крупная, состоящая из 5 лиловых, похожих на лепестки, чашелистиков. Верхний чашелистик самый крупный, шлемовидный. Венчик мельче чашечки, состоит из 8 лепестков, два из которых превратились в длинные нектарники и скрыты в шлемовидном чашелистике (см. рис. 230). Тычинок много. Пестиков 3. Плод — сложная листовка. Все части растения очень ядовиты.

230. Аконит (*Aconitum*).

- а — цветок;
 б — тычинка;
 в — пестик;
 г — семя;
 е — лепестки, превращенные в нектарники;
 к — цветоносная часть побега.



Растет дико в горах средней и южной Европы. В СССР разводится в садах как декоративное растение.

Корнеклубни содержат ядовитый алкалоид аконитин, который используется в медицине.

В горах Тянь-Шаня, к востоку от озера Иссык-Куль и в других районах Средней Азии дико растут аконит джунгарский — *A. songoricum* — и аконит каракольский — *A. karakolicum*, корнеклубни которых также находят применение в медицине. Они характеризуются тем, что имеют цепочку (до 8 см длины) из сросшихся корнеклубней. Эти акониты наиболее ядовиты и наиболее опасны.

Живокость высокая, или сокирки полевые *Delphinium consolida* (рис. 231) — травянистое многолетнее растение. Имеет корневище. Стебель ветвистый, достигающий 200 см высоты. Листья очередные, черешковые, 3—7 — пальчаторассеченные на узкие линейные дольки. Цветет в июле—августе. Соцветие — кисть. Цветки фиолетовые (редко розовые или белые), неправильные, зигоморфные, околоцветник простой. Из 5 окрашенных чашелистиков один превратился в мешковидную шпору, два срослись и превратились в длинный нектарник, помещающийся в шпоре, два являются боковыми. Тычинок много. Пестик один с верхней завязью, нитевидным столбиком и мелким рыльцем. Плод — листовка. Растение ядовито вследствие содержащихся в нем ядовитых алкалоидов — дельфелина и др.

В СССР распространена повсеместно (кроме Крайнего Севера и южных районов) на сорных местах и как полевой сорняк, обычно засоряющий рожь и другие зерновые культуры. Разводится также как декоративное растение.

Из надземной части растения, имеющей несколько алкалоидов, готовятся следующие препараты: элатин, кондельфин, дельсемил.

231. Цветки живокости полевой
(*Delphinium consolida*).

232. Барбарис обыкновенный
(*Berberis vulgaris*).

К рис. 231

Слева — плод.

К рис. 232

1 — ветвь с листьями, колючками и кистями цветков;
2 — вид цветка сверху;
3 — продольный разрез цветка;
4 — диаграмма цветка.



Также применяется как инсектицидное средство (семена в виде порошка). Водный экстракт из околоцветника с квасцами дает синюю краску.

Живокость спутаная — *D. confusum* — наряду с другими видами живокости произрастает в Средней Азии и имеет такое же медицинское значение, как и живокость высокая.

Семейство
Барбарисовые

Семейство барбарисовые — *Berberidaceae* — кустарники или многолетние травы умеренного климата. У многих видов стебли покрыты колючками — видоизмененными листьями. Листья простые или сложные, очередные. Цветки одиночные или в соцветиях (кистевидных). Формула цветка: $*C_{a3+3}C_{o3+3}A_{3+3}G_{\underline{1}}$. Пыльники имеют открывающиеся клапаны. Плод — ягода или, реже, коробочка, или орешек. Все виды этого семейства содержат алкалоид берберидин. Семейство барбарисовых объединяет около 200 видов растений.

Барбарис обыкновенный — *Berberis vulgaris* (рис. 232) — кустарник, достигающий 3 м высоты. Ветки покрыты трехраздельными колючками, из пазух которых растут настоящие листья. Листья небольшие, обратнояйцевидные, с пильчатым краем. Листья большей частью располагаются пучками. Цветет в мае — июне. Цветы желтые, собранные в поникающих кистях. Лепестки у своего основания имеют по два нектарника. Чашелистиков, лепестков и тычинок по шесть. Формула цветка: $*C_{a3+3}C_{o3+3}A_{3+3}G_{\underline{1}}$. Тычинки при прикосновении к ним быстро отклоняются внутрь цветка. Рыльце сидячее. Плод — ягода продолговатая, ярко-красная, съедобная, кислая на вкус.

В СССР растет дико в лесах на Кавказе, в Крыму, а также в степной и лесостепной зонах западных и центральных областей Европейской части СССР. Разводится в садах как ягодное и декоративное растение.

В медицине применяется настойка листьев, собираемых после цветения растения и богатых алкалоидами (берберин и др.). Цветы барбариса используются для получения желтой краски. На листьях развиваются весной эцидии хлебной

Порядок
Макоцветные —
Rhoadales

Семейство
Маковые

ржавчины (см. рис. 169), поэтому иногда кусты барбариса уничтожают.

Порядок макоцветных близок к порядку Ranales и по большому количеству тычинок, и по большому количеству семянпочек, и по другим признакам. К порядку макоцветных относятся семейства маковые, дымянковые и др.

Семейство маковые — Papaveraceae — травы, однолетние и многолетние. Содержат млечный сок. Цветок правильный или неправильный. Чашечка из двух чашелистиков, опадающая. Венчик из четырех раздельных лепестков, расположенных в двух кругах. Тычинок очень много или четыре. Пестик один, образованный несколькими или двумя плодолистиками. Завязь верхняя. Рыльце сидячее. Плод — коробочка или орешек. Семена с маслянистым эндоспермом.

Семейство объединяет около 800 видов, распространенных в северных странах с умеренным климатом. Представителями этого семейства являются важное культурное лекарственное растение мак и дикорастущее — чистотел.

Мак опи́йный, или мак снотворный, — *Papaver somniferum* (рис. 233) — травянистое однолетнее растение. Корень стержневой, до 20 см длины. Стебель прямостоячий, гладкий, синева-зеленый, достигающий 150 см высоты. Листья очередные, сизые перистолопастные, сидячие. Цветет в июне. Цветки крупные, одиночные, белой или красной, или лиловой окраски, иногда с темно-лиловыми пятнами у основания лепестков. Цветки на длинных цветоножках, иногда покрытых жесткими волосками. Формула цветка: $*C_2C_{2+2}A_{\infty}\overline{G}_{1-16}$. Чашелистики опадают при распускании цветка. Плод — шарообразная или яйцевидная коробочка; на верхушке ее остается рыльце, разрастающееся в деревянистый диск. Семян очень много. Они очень мелкие, почковидные, белого, серого или черного цвета, с маслянистым эндоспермом. Во всем растении имеются членистые млечные трубки, из которых выделяется млечный сок, застывающий на воздухе, называемый опием. Все растение ядовито.

В СССР разводится преимущественно в Казахской и Киргизской ССР, в Куйбышевской и Воронежской областях.

Опий добывают из незрелых коробочек мака. Коробочки снаружи надрезают ножом; в разрезы вытекает млечный сок и затвердевает на воздухе. Опий содержит около 20 алкалоидов. Сырой опий в некоторых странах употребляют как наркотик, для курения и жевания. Из опия получают алкалоиды морфин, кодеин, папаверин и др., находящие различное применение в медицине.

Известны масляные сорта мака, которые содержат в семенах до 55% жирного масла. Разводятся они на Украине, в Татарской АССР и др. Из семян получают пищевое и техническое высыхающее масло. Из зрелых, освобожденных от семян коробочек получают морфин.

Известны еще маки с махровыми цветками, разводимые с декоративной целью.

Чистотел большо́й — *Chelidonium majus* (рис. 234) — многолетнее травянистое сорное растение, содержащее желтый ядовитый клеточный сок. Стебель ветвистый, 30—100 см высоты, покрытый редкими волосками. Листья очередные, непарноперисторассеченные. Цветет в мае—сентябре. Цветки желтые, собранные в соцветия-зонтики. Плод — стручко-

233. Мак снотворный (*Papaver somniferum*).

- 1 — цветущий побег;
 2 — пестик;
 3 — поперечный разрез
 завязи;
 4 — коробочка;
 5 — семя;
 6 — продольный разрез
 семени.



видная одногнездная коробочка, раскрывающаяся по всей длине. Все органы растения ядовиты.

В СССР произрастает дико во всей Европейской части, кроме северных районов, и на Кавказе как сорняк в садах, около заборов, в рощах и т. п.

Применяется в медицине. В народной медицине используется для сведения бородавок (откуда и название—чистотел).

К этому порядку относятся такие семейства, как эйкоммиевые, тутовые, коноплевые, крапивные.

Семейство эйкоммиевые — Eucommiaceae — представлено единственным видом гуттаперчевым деревом — *Eucommia ulmoides*. Это двудомные деревья, имеющие беспокровные, с неопределенным количеством тычинок, мужские цветки и однопестичные женские цветки. Плод — крылатка. Разводится в Грузии. Родина — центральный и Западный Китай.

Деревья и кустарники, реже травы. Листья очередные или супротивные простые с прилистниками. Млечный сок некоторых видов содержит каучук. Цветки однополые, однодомные или двудомные, собранные в сложные соцветия, метельчатые или колосовидные, или головчатые, или блюдцевидные. Цветки с простым четырехраздельным (бывает и 2—6-раздельным) околоцветником. Тычинок обычно столько, сколько листочков околоцветника. Пестик один, с 2 рыльцами. Завязь верхняя или нижняя, из одного плодолистика, одногнездная. Семяпочка одна. Плод — орешек или сборная костянка.

Семейство объединяет около 1000 видов, распространенных преимущественно в тропиках и субтропиках. Типичным для семейства видом является тутовое дерево, или шелковица. К этому же семейству относится инжир, хлебное дерево (культурное растение тропиков), фикус каучуконосный (часто выращивается в комнатах), анчар.

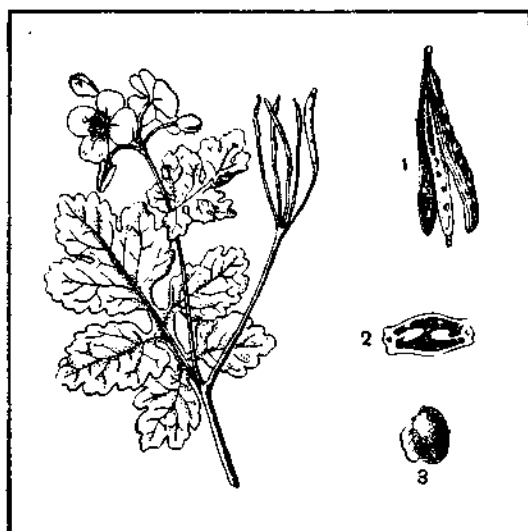
Порядок
Крапивоцветные —
Urticales
 Семейство
Эйкоммиевые

Семейство
Тутовые

234. Чистотел большой (*Chelidonium majus*).

Побег с листьями, соцветием и плодами.

- 1 — плод;
2 — поперечный раз-
рез завязи;
3 — семя.



Тутовое дерево, или шелковица черная, — *Morus nigra* — и шелковица белая — *M. alba* (рис. 235) — являются деревьями, достигающими 15 м высоты (обычно 5—10 м). Листья очередные, цельные и лопастные (гетерофилия). Цветет в мае—июне. Цветки однополые, двудомные. Формулы цветков: ♂ $P_{(4)}A_4$ и ♀ $P_{(4)}G_{(2)}$. Рыльце у черной шелковицы мохнато-волосистое, а у белой — без опушения, имеет только сосочки. Плод — соплодие, сходное с сборной костянкой. Костяночки односеменные. Окраска плода у черной шелковицы темно-лиловая или черная, а у белой — белая или пурпурно-черная.

В СССР дико растет (одичало) в Средней Азии и Армении; разводится на юге Европейской части СССР, в Закавказье и Средней Азии.

Листья этих видов шелковицы служат кормом для шелко-вичных червей. Плоды съедобны. Из них готовят варенье, пастилу, спирт и др. Из сушеных плодов делают муку. Древесина ценится. Из древесины молодых ветвей получается лучшая бумага. Белая шелковица рекомендована для защитных лесных насаждений на юге.

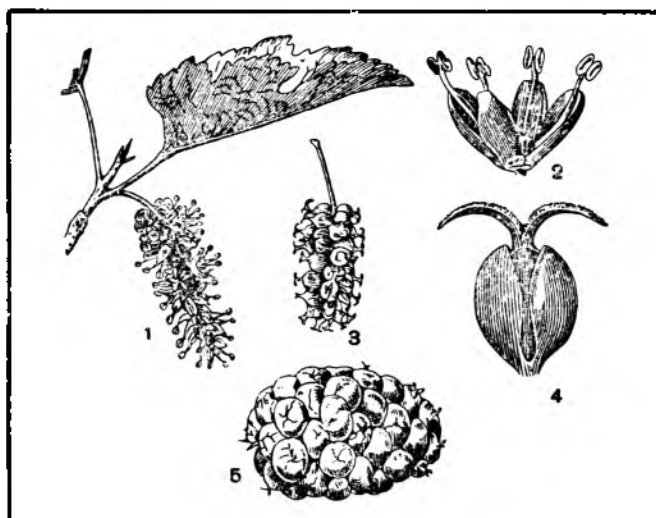
Фиговое дерево, или инжир, или винная ягода, — *Ficus carica* (рис. 236) — небольшое дерево. Листья лопастные, очередные. Цветки однополые. Цветки собраны в соцветии, имеющем вид полого шара. Завязь верхняя. Плод — соплодие грушевидной формы, в котором расположены орешки.

В СССР растет в лесах Средней Азии, Крыма и Кавказа; там же разводится как плодовое дерево, плоды (соплодия) которого (винные ягоды, или фиги, или инжир) сладкие и питательные. Винные ягоды употребляются также в сушеном виде.

Семейство коноплевые — *Cannabaceae* — травянистые, прямостоячие или вьющиеся растения. Листья пальчатораздельные и пальчаторассеченные. Цветки мелкие однополые. Мужские цветки собраны в метельчатые соцветия и имеют простой околоцветник, состоящий из 5 отдельных листочков, и 5 тычинок. Женские цветки собраны в густые колосовидные соцветия в верхней части стебля и имеют

235. Шелковица белая (*Morus alba*).

- 1 — мужское сережко-
видное соцветие;
2 — мужской цветок;
3 — женское соцветие;
4 — женский цветок;
5 — соплодие.



спайнолистный пленчатый околоцветник и один пестик из 2 плодолистиков, с 2 столбиками. Плод — орешек. Типичными видами являются конопля посевная и хмель обыкновенный.

Конопля посевная — *Cannabis sativa* (рис. 237) — травянистое однолетнее прямостоячее ветвящееся растение 50—150 см высоты. Листья черешковые, внизу стебля супротивные и вверху — очередные. Пластинка листа пальчато-рассеченная. Цветет в июне — августе. Двудомное. Мужские растения («посконь») имеют метельчатые соцветия. У женских растений («матерка») в пазухах листьев — сложные соцветия, образованные дихазиями и кроющим листом. Плодолистиков два. Плод — шарообразный орешек («конопляное семя»).

В СССР растет дико в Поволжье и Западной Сибири; широко разводится в средней и южной полосах Европейской части СССР как прядильное и масличное растение.

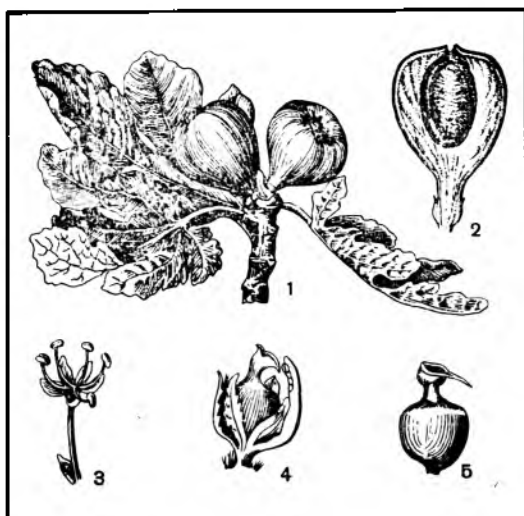
Из волокна стеблей, называемого пенькой, изготавливают паруса, мешки, канаты, паклю и т. п. Из семян, содержащих до 40% жирного масла, получают конопляное масло, идущее в пищу и для приготовления олифы и мыла. Жмыхи идут на корм скоту.

В Средней Азии разводят разновидность конопли, называемую индийской коноплей (*var. indica*), которая образует в женских соцветиях железки, выделяющие смолу. Эта смола называется гашишем и употребляется, нанося вред здоровью людей, как наркотик (курение или жевание) преимущественно в Азии.

Хмель обыкновенный — *Humulus lupulus* (рис. 238) — вьющееся многолетнее растение, достигающее 6 м длины. Стебель ребристый, по ребрам имеет шипики. На зиму стебель отмирает. Листья черешковые; нижние — супротивные, пальчатораздельные, 3—5-лопастные, а верхние — очередные простые. Прилистники сросшиеся, отогнутые книзу. Цветки однополые, двудомные. Мужские цветки собраны в метелки. Женские — овальные шишковидные головки. Плод — орешки. Орешки с разросшимися кроющими листиками собраны в соплодие — «шишку».

236. Фиговое дерево (*Ficus carica*).

- 1 — ветвь с соплодиями;
2 — продольный разрез соплодия;
3 — мужской цветок;
4 — женский цветок;
5 — пестик.



В СССР дико растет в Европейской части, на Кавказе, в Западной Сибири, Средней Азии в широколиственных и пойменных лесах. Разводится там же, особенно под Москвой и на Украине.

В медицине «шишки» хмеля используются для лечения заболевания мочевого пузыря. «Шишки» хмеля применяются в хлебопечении, в пивоварении, придавая пиву аромат и горький вкус. Из стебля хмеля получают волокно, идущее на выделку мешков, шпагата и т. п.

Семейство крапивные — *Urticaceae* — травы однолетние и многолетние, редко кустарники и деревья. Часто покрыты жгучими волосками. В стебле сильно развиты склеренхимные волокна. Листья простые, супротивные, с прилистниками. Цветки однополые, двудомные и однодомные. Околоцветник простой, состоящий из 2—5 (чаще из 4) сросшихся или свободных листочков. Тычинок 4, редко 5. Пестик один с верхней одногнездной завязью, образованный 2 плодolistиками. Рыльце сидячее, редко на столбике. Плод — орешек. Типичным представителем семейства является крапива двудомная.

Крапива обыкновенная, или двудомная, — *Urtica dioica* (рис. 239) — травянистое многолетнее сорное растение. Имеет ползучее корневище. Стебель прямостоячий, четырехгранный, 60—150 см высоты. Листья супротивные, яйцевидно ланцетные, черешковые, по краю крупнопильчатые, 7—17 см длины. Все растение покрыто жгучими длинными жесткими волосками, содержащими муравьиную кислоту, и короткими простыми волосками. Цветет в июне—сентябре. Цветки мелкие, зеленые, с простым четырехраздельным околоцветником, собраны в соцветиях — поникших сережчатых колосьях, растение двудомное. Тычинок 4. Пестик с верхней одногнездной завязью. Плод односеменной орешек.

В Европейской части СССР, на Кавказе и в Западной Сибири растет дико повсеместно как сорняк.

В медицине применяется настой и экстракт листьев. Растение богато витаминами (A, B₂, C, K). Молодые побеги употребляются в пищу для приготовления зеленых щей. Из

237. Конопля посевная (*Cannabis sativa*).

- 1 — верхушка женского растения;
 2 — мужское растение;
 3 — тычиночный цветок;
 4 — пестичный цветок с кроющим листом;
 5 — пестичный цветок;
 6 — диаграмма тычиночного цветка;
 7 — диаграмма пестичного цветка;
 8 — кроющий лист, ок — околоцветник;
 3 — завязь;
 8 — плод.



листьев добывают зеленую краску хлорофилл. Волокно стеблей используется для выделки грубых тканей, веревок, сетей и т. п., также лучших сортов бумаги.

Кроме крапивы двудомной, в нашей стране широко распространены еще следующие виды из семейства крапивных: крапива жгучая — *U. urens* — однодомное сорное растение. В культуре — крапива китайская, или рами, *Boehmeria nivea*, из волокна которой изготавливаются ткани для парашютов, канаты и т. п. Рами возделывается в субтропиках.

Виды этого порядка, состоящего из одного семейства буковых, имеют характерные общие черты. Их цветки вследствие ветроопыляемости стали мелкими, незрчными, с редуцированным (чашечковидным) околоцветником. Семяпочка обратная.

Семейство буковые — *Fagaceae* — деревья. Листья очередные, простые, цельные или лопастные. Прилистники опадающие. Есть вечнозеленые виды. Цветки однополые, однодомные, одиночные или собранные по 2—3. Мужские цветки собраны в цилиндрические или головчатые сережки, а женские — в клубочки, окруженные прицветниками (плюской). Формулы цветков: $\infty P_{(4-8)} A_5 - \infty$ и $\text{♀ } P_{(4-8)} \overline{G_3}$. В каждом гнезде — 2 семяпочки. Плод — односемянной орех в чашевидной плюске, развившейся из прицветников и покрытой выростами или иглами. У некоторых видов 2—3 плода имеют общую плюску.

Семейство объединяет около 400 видов, распространенных в умеренной и тропической зонах. Характерными видами этого семейства являются каштан, дуб и бук.

Порядок
 Букоцветные —
Fagales

Семейство
 Буковые

238. Хмель обыкновенный (*Humulus lupulus*).

- 1 — ветвь с сошлюдиями;
2 — мужское соцветие;
3 — женское соцветие.



Каштан настоящий — *Castanea sativa* — дерево, достигающее 35 м высоты (обычно 10—30 м). Листья очередные, ланцетные, по краю крупнозубчатые. Цветет в июне — июле. Соцветия колосовидные, стоят вертикально. Плод — орех. Колючая плюска вмещает 1—3 ореха.

В СССР растет дико на Кавказе; разводится как плодое дерево на Черноморском побережье Кавказа, в восточной Грузии, Азербайджане, Крыму, на юге Украины, в Бессарабии.

Орехи («каштань») употребляются в пищу в сыром, вареном и печеном виде; из них готовят заменитель кофе. Кора применяется для дубления кожи. Древесина высоко ценится как водонепроницаемая для бочарного дела, для подводных сооружений, как строевой лес и в столярном деле. Медоносное растение.

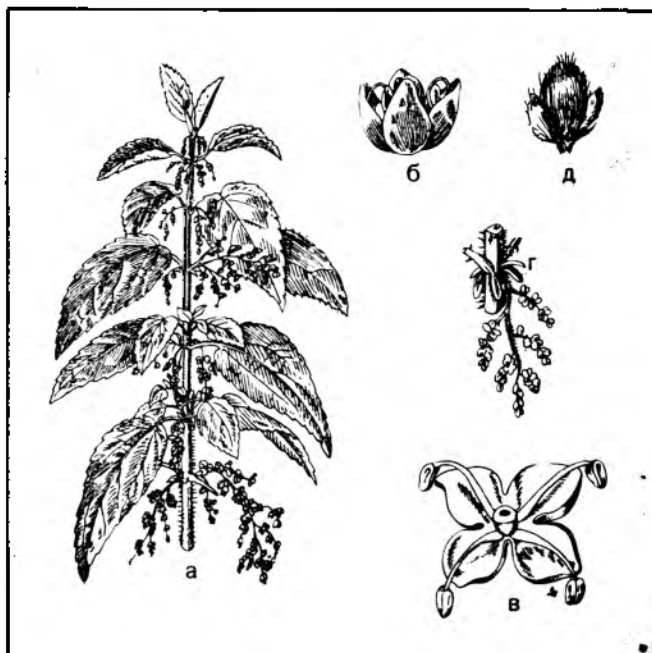
Дуб обыкновенный, или дуб черешчатый, — *Quercus robur*, или *Q. pedunculata* (рис. 240) — дерево, достигающее 50 м высоты. Листья очередные, короткочерешковые, простые, продолговатообратнояйцевидные, перистолопастные, цельнокрайные. Цветет в апреле—мае во время распускания листьев, начиная с 40—60-летнего возраста. Мужские сережки пониклые. Женские цветки — по 1—3, сидячие. Каждый цветок имеет обертку, разрастающуюся при плодах в плюску. Плод — односемянный орех, называемый желудем, с плоской на короткой плодоножке.

В СССР образует леса (дубравы), распространен в лесостепной и на юге лесной зоны Европейской части.

В медицине применяется в виде отвара молодая весенняя (называемая зеркальной) кора как вяжущее и противовоспалительное средство, а также для лечения ожогов. Старая кора является хорошим дубителем. Древесина твердая и ценится как строительный и поделочный материал. Желуди используются на корм свиньям и для выделки заменителя кофе

239. Крапива двудомная (*Urtica dioica*).

а — побег с мужскими соцветиями;
 б, в — мужские цветки до и после раскрытия;
 г — часть побега с женским соцветием;
 д — женский цветок.



(желудевый кофе). Желуди собирают с земли осенью до выпадения снега. Является основной породой для полезащитных лесных насаждений в лесостепной и степной зонах Европейской части СССР.

В СССР встречаются две экологические расы: дуб зимний (*var. tardiflora*), распускающий листья на 2—3 недели раньше дуба летнего, сбрасывающий листья весной, распространенный на Украине, и дуб летний (*var. ptaeox*), сбрасывающий листья осенью. Обе расы одинаково ценятся в хозяйстве.

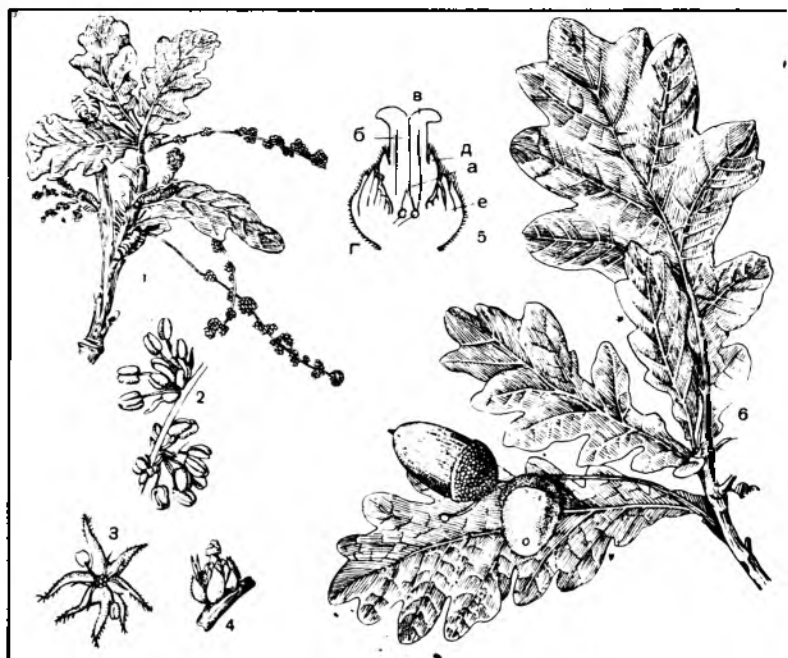
Дуб пробковый — *Q. suber* — дерево высотой 12—20 м. Листья вечнозеленые, кожистые, удлиненоовальные, цельнокрайные. Сверху листья блестящие, темно-зеленые, а снизу сероопушенные. Способен после снятия со ствола и ветвей образовывать новую пробку. В СССР разводится на Черноморском побережье Кавказа и Крыма. В 1954 г. пробковым дубом было занято 500 га. В настоящее время плантации занимают десятки тысяч гектаров. Пробка имеет широкое техническое применение.

Бук лесной, или европейский, — *Fagus sylvatica* (рис. 241) — и бук восточный — *F. orientalis* — деревья, достигающие 50 м высоты. Стройный ствол имеет светло-серую кору. Листья эллиптические с клиновидным основанием. Цветет в мае—июне. Мужские цветки собраны в висячих головчатых соцветиях. Женские цветки — по 2—4, окружены оберткой, позже превращающейся в древеснеющую плюску. Плоды (орешки) развиваются по три в одной четырехстворчатой твердой плюске. Плоды трехгранные, остроребристые, коричневые. Семена содержат до 42% жирного масла.

В СССР бук лесной или европейский распространен преимущественно в западных областях Украины, в БССР, в лесах Крыма, Молдавии, Литвы, Калининградской области, бук восточный — на Кавказе и в Крыму.

240. Дуб обыкновенный или черешчатый (*Quercus robur*).

- 1 — ветвь с соцветиями;
 2 — часть мужской сережки;
 3 — мужской цветок;
 4 — женский цветок;
 5 — продольный разрез женского цветка;
 а — завязь;
 б — столбик;
 в — рыльце;
 г — семяпочка;
 д — околоцветник;
 е — плюска;
 6 — ветвь с листьями и плодами.



В медицине применяется получаемый при перегонке букового дегтя креозот, как наружное дезинфицирующее и прижигающее средство. Древесина бука является ценным материалом для изготовления мебели, в кораблестроении и т. п. Орешки бука съедобны, но их необходимо поджаривать, чтобы разрушить ядовитый алкалоид — фогин. Из них получают идущее в пищу буковое масло. Плоды бука используются на корм свиньям.

К порядку березоцветных относится семейство березовых. Виды его близки к рассмотренным видам порядка букоцветных и отличаются от них лишь строением плюски, иной морфологией пыльца и др.

Семейство березовые — Betulaceae — деревья и кустарники. Листья простые, цельные, очередные. Имеют прилистники. Цветки мелкие, собраны в соцветиях — сложных сережчатых или сложных головчатых. Соцветия состоят из многих дихазиев. Каждый дихазий состоит из 1, 2 или 3 цветков в пазухе кроющих чешуй. Цветки однополые, однодомные. Околоцветник незаметный, из двух или четырех листочков, или совсем отсутствует. Тычинок много. Пестик из двух плодолистиков, с двумя столбиками, двугнездной нижней или верхней завязью. Опыляются ветром. Плод — односемянной орех или орешек. Иногда плод бывает заключен в разросшиеся прицветники, называемые плюской, или снабжен крылом. Оплодотворение халазогамное. Семена без эндосперма.

Семейство объединяет около 70 видов, среди которых типичными представителями его являются: береза, ольха, лещина.

Береза повислая, или береза бородавчатая, или береза белая — *Betula pendula*, или *B. verrucosa*, или *B. alba* (рис. 242), и береза пушистая — *B. pubescens* — деревья до 20 м высоты, с белой корой, отличающиеся тем, что у боро-

Порядок
 Березоцветные —
 Betulales

Семейство
 Березовые

241. Бук лесной (*Fagus silvatica*).

1 — ветвь с цветками;
2 — ветвь с плодами.



давчатой березы одногодичные ветки повислые, бородавчатые, а у пушистой березы молодые ветки покрыты волосками. Некоторые систематики оба этих вида рассматривают как разновидности одного вида — белой березы.

Листья очередные, черешковые, ромбические или почти треугольные, по краю двоякоострозубчатые. Цветут в мае. Мужские сережки развиваются осенью и открыто зимуют. Женские сережки скрыты в почках и появляются весной вместе с листьями. Мужские цветки в соцветии расположены в виде трехчленных дихазиев; при каждом прицветнике имеется цветочек с 2 тычинками. Каждый женский цветок состоит из одного пестика, имеющего двухгнездную завязь и два красных столбика. Формула цветков: ♂ $P_2A_2C_0$ и ♀ $P_0A_0C_{(2)}$. Плод — двукрылый орешек.

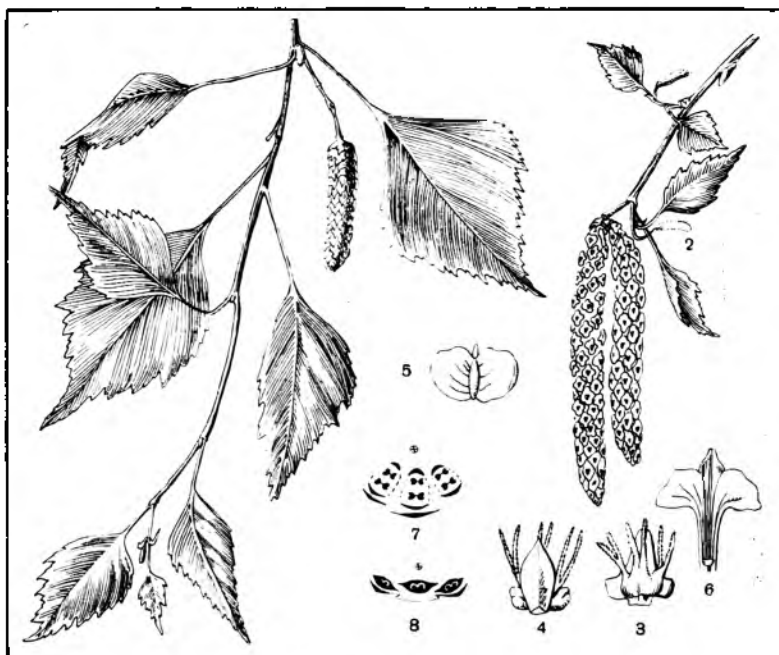
В СССР оба вида березы широко распространены в Европейской части и Западной Сибири. Береза пушистая заходит на север дальше, чем береза повислая.

В медицине используются настой и отвар листьев и почек (до распускания). Березовый деготь входит в состав многих мазей. Весенний сок березы применяется в народной медицине. В хозяйстве древесина березы ценится как поделочный, строительный материал и топливо. Из древесины березы делают мебель, получают метиловый спирт и деготь, а также активированный уголь («карболен»). На стволах берез образуются наплывы, используемые для поделок мебели и называемые «карельской березой». Из бересты выделяются кошелки и прочие изделия. Кора используется для дубления кож. Береза повислая рекомендуется для защитных лесных насаждений.

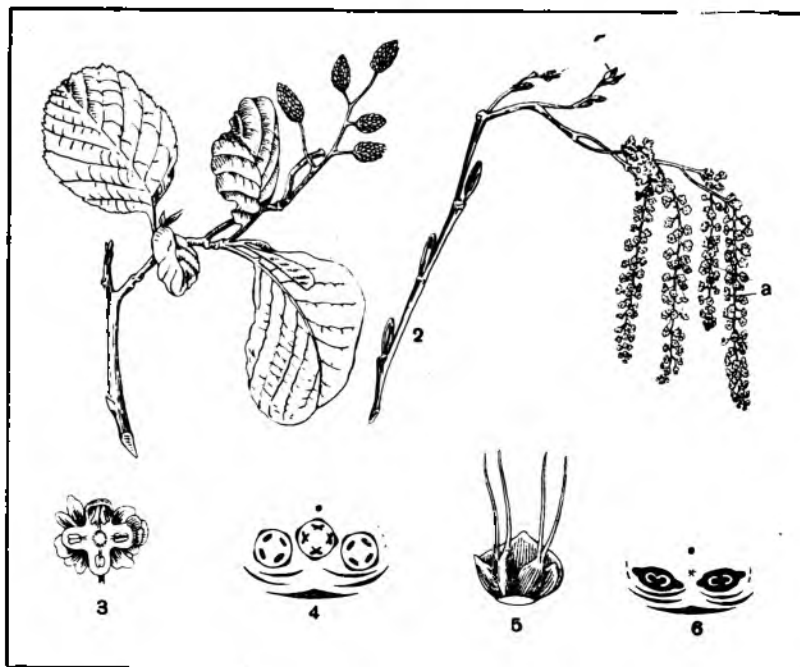
Ольха черная, или клейкая, — *Alnus glutinosa* (рис. 243) — и ольха белая, или серая, — *A. incana* — деревья, отличающиеся тем, что у ольхи черной (высота 10—20 м) кора темно-бурая с трещинами и побеги клейкие, а у ольхи белой (высота 5—15 м) кора светло-серая и побеги пушистые.

242. Береза бородавчатая (*Betula verrucosa*).

- 1 — ветвь с листьями и женской сережкой;
 2 — ветвь с мужскими сережками;
 3 — трехцветковый женский дихазий со стороны оси сережки;
 4 — то же со стороны чешуйчатого кроющего листа;
 5 — плод;
 6 — кроющая чешуйка плода;
 7 — диаграмма мужского дихазия;
 8 — диаграмма женского дихазия.

243. Ольха черная (*Alnus glutinosa*).

- 1 — ветвь с листьями и шишечками;
 2 — ветвь с соцветиями мужскими (а) и женскими (б);
 3 — трехцветковый дихазий из мужского соцветия;
 4 — диаграмма мужского дихазия;
 5 — двухцветковый дихазий из женского соцветия;
 6 — диаграмма женского дихазия.



Листья с нижней стороны у ольхи черной гладкие, а у ольхи белой — опушенные. Цветут в марте—мае. Мужские и женские сережки расположены на одной и той же ветке. Мужские сережки растут по нескольку вместе. В каждом мужском цветке имеется 4 тычинки. При цветках есть нектарни-

244. Орешник обыкновенный (*Corylus avellana*).

1 — мужские соцветия;
2 — женское соцветие;
3 — плоды (орехи) в
плюсках.



ки. Плод — бескрылый орешек. При созревании плодов чешуйки женских сережек разрастаются и одревесневают, образуя шишечки.

В СССР произрастают в лесной и лесостепной зонах Европейской части и в Западной Сибири, по берегам рек, по влажным местам.

В медицине применяются соплодия — «шишечки». В народной медицине используются листья. Кора ольхи является хорошим дубителем. Из коры также добывается растительная краска. Древесина идет на различные поделки.

Лещина, или орешник обыкновенный, или лесной орех — *Corylus avellana* (рис. 244) — кустарник высотой 2—4 м. Листья очередные, простые. Цветет весной, до появления листьев. Цветки однодомные. Мужские цветки в повислых сережках. Женские цветки в двухцветковых дихазиях, расположенных в пазухе кроющей чешуи; дихазии помещаются в черепитчатой шаровидной шишечке, из которой выступают красные рыльца. Формулы цветков: ♂ $P_0A_4G_0$ и ♀ $P_4A_0G_{(2)}$. Плод — односемянной орех, окруженный листовидной оберткой (плюской). Семя с эндоспермом.

В СССР растет дико в лесах Европейской части и на Кавказе; разводят на Черноморском побережье Кавказа, в Крыму и Азербайджане.

Семена плодов, лесных орехов, употребляются в пищу. Из них выжимают жирное ореховое масло, идущее в пищу. Рекомендован для поделзацинных лесных насаждений.

Виды этого порядка близки к представителям предшествующего порядка березоцветных и отличаются от них прямой семяпочкой, покрытой лишь одним интегументом.

Семейство ореховые — *Juglandaceae* — деревья с крупными непарноперистыми листьями без прилистников, богатыми ароматическими веществами. Однодомные. Типичным представителем семейства является грецкий орех.

Орех грецкий, или орех волошский, — *Juglans regia* — дерево около 20 м высоты, со светло-серой корой. Листья очередные, черешковые, длиной 15—45 см, непарноперисто-

Порядок
Орехоцветные —
Juglandales
Семейство
Ореховые

сложные, с эллиптическими, цельнокрайными, длиной 5—10 см, листочками. Имеют резкий запах. Цветет в апреле—мае. Цветки однополые, однодомные. Мужские цветки собраны в соцветия-сережки длиной 8—10 см. Женские цветки растут на верхушке однолетних ветвей, имеют четырехлопастный околоцветник мясистый, зеленый, при созревании чернеющий и отделяющийся от косточки («ореха»). Внутренний околоплодник — скорлупа «ореха».

В СССР произрастает в горах Средней Азии. Разводится в Средней Азии, на Кавказе и в других южных районах нашей страны. Страдает от весенних заморозков.

Из листьев, свежих незрелых плодов и околоплодников получают препарат юглол, применяемый в медицине для лечения кожного туберкулеза, стафилококковых и стрептококковых заболеваний кожи. Из зеленых плодов готовят витаминные концентраты. Орех грецкий ценится как плодое дерево. Из его семян добывают ценное масло. Из жмыха делают халву. Из околоплодника (наружного) добывают бурую и черную краску. Древесина на разрезе имеет настолько красивый рисунок, что применяется для отделки мебели.

Характерным для представителей этого порядка является отсутствие в семенах эндосперма, развитие перисперма и согнутый зародыш. К порядку гвоздичноцветные относятся семейства гвоздичные, маревые и др.

Семейство гвоздичные — Caryophyllaceae — одно- и многолетние травы, реже полукустарники. Листья простые, узкие, супротивные, резко очередные. Прилистников обычно нет. Цветки крупные, правильные, обоеполые, реже однополые, однодомные или двудомные, собранные в соцветиях — развилках, или дихазиях, или, редко, одиночные. Чашечка из 4—5 раздельных или сросшихся чашелистиков. Венчик раздельнолепестный, из 4—5 листиков. Тычинок 10, реже 5 или меньше; расположены они в два круга. Пестик один, образован 2—5 плодolistиками. Завязь верхняя одногнездная с 2—5 свободными или сросшимися столбиками. Семязачек много, обычно расположенных на колонке (семяносе), поднимающейся со дна завязи. Плод — коробочка или сухая ягода. Коробочка раскрывается зубчиками на верхушке. Семя с периспермом.

Семейство объединяет около 2000 видов, распространенных в странах с умеренным климатом и на севере и являющихся преимущественно дикими растениями. К немногим лекарственным видам относятся гвоздика разноцветная, гряднички, мыльнянка лекарственная, кукушкин цвет. Распространенными сорняками являются звездчатка, куколь обыкновенный.

Звездчатка мокрица — *Stellaria media* — травянистое однолетнее (есть озимые) мелкое (высотой 5—35 см) сорное растение светло-зеленого цвета. Стебель ползучий. Листья яйцевидные, короткие, супротивные. Цветет в марте—октябре. Чашелистики свободные. Венчик белый. Тычинок 10. Столбиков 3. Плод — коробочка.

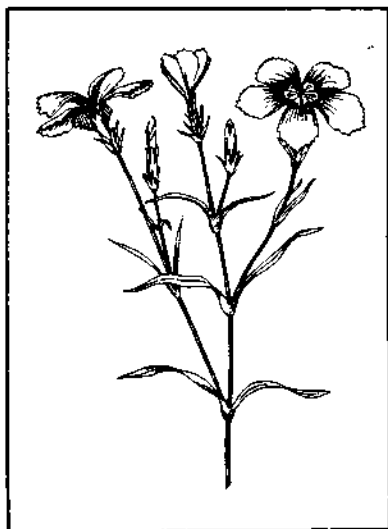
В СССР распространен повсеместно как сорняк на влажных почвах.

Используется в народной медицине. Зеленъ растения является хорошим кормом для птиц.

Куколь обыкновенный — *Agrostemma githago* — травянистое однолетнее ядовитое растение, засоряющее посевы хлебных злаков. Листья линейные, супротивные. Стебли заканчиваются крупными одиночными цветками и достигают

Порядок
Гвоздичноцвет-
ные —
Caryophyllales
Семейство
Гвоздичные

245. Гвоздика разноцветная (*Dianthus*).



246. Грыжник гладкий (*Herniaria glabra*).



высоты 80 см. Цветет в июне—июле. Околоцветник трубчатый. Чашелистики сросшиеся и образующие чашечку с 5 длинными (превышающими венчик) зубцами. Венчик лиловый. Плод — коробочка. Семена черные.

В СССР распространен повсеместно.

Семена содержат ядовитое вещество сапонин. Примесь семян куколя к зерну опасна. Такая засоренная мука имеет неприятный запах и горьковатый вкус. Наличие в муке 0,5% куколя уже опасно для здоровья.

Гвоздика разноцветная — *Dianthus versicolor* (рис. 245) — травянистое многолетнее растение высотой 20—50 см. Имеет толстый корень. Цветет в июне—июле. Маленькие прицветники расположены парами у основания чашечки и прижаты к ней. Чашечка трубчатая с 5 зубцами наверху. Лепестки сверху бахромчатые. Тычинок 10. Столбиков 2. Семена многочисленные.

В СССР широко распространена в Европейской части, Сибири, Средней Азии в лугах, сосновых борах, по каменистым склонам. Применяется в медицине как кровоостанавливающее средство.

Многие виды гвоздики являются садовыми декоративными растениями.

Грыжник гладкий — *Herniaria glabra* (рис. 246) — травянистое многолетнее растение. Стебель разветвленный, прижатый к земле. Листья мелкие, супротивные, эллиптические. Все растение желто-зеленое. Цветет в июне — октябре. Цветки очень мелкие, собраны в пазушных клубочках. Околоцветник простой, состоящий из одной чашечки. Чашелистиков 5. Лепестки не развиты, шпоровидные, беловатые. Тычинок 5. Пестик с верхней одногнездной завязью. Плод односемянной, нераскрывающийся.

В СССР распространен в средней и южной полосах Европейской части, на Кавказе, в Средней Азии, на Алтае, в южной Сибири на паровых полях, около дорог, по песчаным местам, обрывам, берегам рек.

Высушенная трава пахнет содержащимся в ней кумарином.

247. Мыльнянка лекарственная (*Saponaria officinalis*).

1 — нижняя и верхняя
часть растения;
2 — чашечка;
ж. л. — кроющий лист;
п — прицветник.



В народной медицине применяется надземная часть растения. При растирании растения с водой образуется пена, заменяющая мыло для мытья рук, а также служащая мылом при уходе за комнатными собаками («собачье мыло»).

Мыльнянка лекарственная, или мыльный корень, — *Saponaria officinalis* (рис. 247) — травянистое многолетнее растение с ползучим корневищем. Корни и корневища содержат до 20% чистого сапонины. Стебли высотой 30—90 см. Листья супротивные простые, ланцетовидные, цельнокрайние. Цветет в июне—августе. Цветки розовые или белые, душистые, обоеполые, собранные метелками на концах ветвей. Раскрываются цветки вечером. Чашечка с 5 зубцами. Лепестков 5. Тычинок 10. Завязь верхняя, столбиков два. Плод — коробочка.

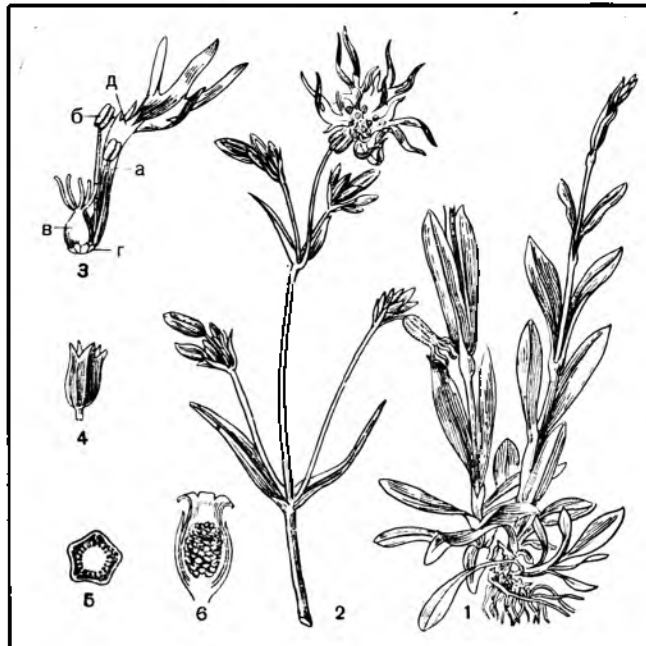
В СССР растет в степной и лесостепной зонах Европейской части и на Кавказе на лугах, по берегам рек, на лесных полянах, на засоренных полях; иногда разводится как декоративное растение.

В медицине применяются корневища и корни, так же в народной медицине. Из корневищ и корней, содержащих много сапонины, получают пенящиеся отвары, применяемые для мытья шерстяных и шелковых тканей.

Коронария кукушкин цвет, или горичцвет кукушкин, — *Coronaria flos-cusculi*, или *Lichnis flos-cusculi* — травянистое многолетнее растение (рис. 248). Имеет корневище, которое дает один цветоносный и несколько вегетативных стеблей. Цветоносный стебель вверх ветвист, достигает 80 см высоты, покрыт короткими, прижатыми волосками. Листья супротивные, длиной 3—8 см. Нижние листья продолговатые, суженные к основанию; верхние листья ланцетовидные, суженные к верхушке. Цветет в мае—июле. Цветки собраны в редком метельчатом соцветии. Чашечка 6—8 мм длины, спайнолистная, с 5 зубцами. Венчик розовый, из 5

248. Коронария кукушкин цвет (*Coronaria floso-uculi*).

1 — корневище с корнями и нижняя часть стебля с листьями;
 2 — верхняя часть стебля с цветками;
 3 — часть цветка:
 а — лепесток с придатком (д);
 б — пыльник;
 в — завязь;
 г — нектарник;
 4 — чашечка;
 5 — поперечный разрез завязи;
 6 — продольный разрез через плод, окруженный чашечкой.



лепестков. Лепестки пальчаточетырехраздельные. Тычинок 10. Пестик с верхней завязью и 5 столбиками. Плод — одногнездная коробочка, яйцевидная.

В СССР произрастает в Европейской части и в Сибири (на восток до Забайкалья) по лугам, у болот, по лесным полянам.

Из травы готовят спиртовой экстракт, очищенный от сапонинов, — флоскулен, который находит применение в медицине.

Семейство
 Маревые
 или лебедовые

Семейство маревые, или лебедовые, — Chenopodiaceae — одно-, дву- и многолетние травы, редко кустарники или деревья. Листья очередные, реже супротивные, без прилистников. Листья крайне разнообразны по величине и форме. Есть виды безлистные. Цветки собраны в верхушечные колосья или в клубочки в пазухах листьев. Цветки мелкие, правильные, с простым зеленым околоцветником, обоеполые или однополые. Чашелистиков и лепестков от 1 до 5. Тычинок от одной до многих. Завязь обычно верхняя, одногнездная, с 2—3 столбиками. Плодолистиков 2—5. Опыляются ветром и насекомыми. Плод — орешек или коробочка; у некоторых видов — соплодие.

Семейство объединяет около 1400 видов, среди которых есть такие хозяйственно важные виды, как свекла (сахарная, столовая и кормовая), шпинат, лекарственные растения анабазис, солянка, марь и др.

Свекла обыкновенная — *Beta vulgaris* (рис. 249) — травянистое двулетнее растение высотой 25—80 см, возделываемое в сельском хозяйстве как «корнеплод». В первый год жизни образуются прикорневые листья и утолщенный корень (корнеплод), на второй год — цветоносные стебли. Цветет в мае—сентябре. Цветки в соцветиях, сросшиеся по 2—8, обоеполые. Образует соплодие, в котором имеется 2—3 сросшихся плода; соплодие называется «клубочком». Име-

249. Свекла (*Beta vulgaris*).

- 1 — прикорневая розетка и верхушка корнеплода (листья, за исключением одного, срезааны);
 2 — цветоносные стебли;
 3 — соцветия;
 4 — цветок (вид сверху);
 5 — продольный разрез цветка.



ются подвиды: сахарная свекла, овощная свекла, кормовая свекла и др. В СССР сахарная свекла разводится главным образом на черноземах Украинской ССР, затем в Средней Азии, Поволжье, Сибири, Закавказье, на Дальнем Востоке.

Сахарная свекла стала вводиться в культуру в конце XVIII столетия. Исходным растением послужила овощная свекла, содержащая в своих корнях 6% сахара. Путем искусственного отбора были получены высокоурожайные, высокосахаристые (до 26%) с белыми корнями сорта сахарной свеклы. По площади, занятой сахарной свеклой, СССР занимает первое место в мире.

Посев свеклы производился «клубочками», содержащими по 2—3 семени, поэтому из одного клубочка выросло 2—3 растения, начинающих по мере роста глушить, угнетать друг друга; это требовало прорывки, удаления лишних растений и являлось трудоемким, дорогостоящим агромероприятием в сельском хозяйстве. Научные сотрудники селекционеры О. К. Коломнец, М. Г. Бордонос, И. Ф. Бузанов, В. П. Зосимович, Г. С. Мокан и А. В. Попов вывели новые сорта сахарной свеклы с односеменными плодами, что освобождает хозяйство от необходимости прорывки растений. За эту работу как «наиболее выдающуюся в области техники» упомянутые селекционеры были удостоены в 1960 г. Ленинской премии.

Анабазис безлистный, или ежевник безлистный, — *Anabasis arphylla* — полукустарник высотой 20—80 см. Стержневой корень достигает 5—12 м глубины. Ветви членистые,

ломкие. Листья редуцированы. Цветет в июле—августе. Цветки мелкие, обоеполые, сидят одиночно и образуют колосовидные соцветия. Околоцветник простой, чашечковидный, из 5 листочков. Тычинок 5. Пестик с верхней одногнездной завязью. Плоды довольно сочные, крылатые, круглые, сплюснутые.

В СССР встречаются в Казахстане, Туркмении, Узбекистане, некоторых районах Киргизской ССР, в низовьях Волги, в восточных районах Северного Кавказа и Азербайджанской ССР. Растет на полупустынных и пустынных равнинах и низких предгорьях, на сероземах и солончаках, по долинам рек. Введен в культуру.

Используются надземные части (травя), богатые алкалоидом анабазином. Анабазин в виде водного раствора или дуста применяется для борьбы со многими видами насекомых—вредителей сельскохозяйственных культур. Несколькими каплями анабазина являются смертельной дозой для человека.

Порядок
Гречихоцветные —
Polygonales
Семейство
Гречишные

У представителей этого порядка наблюдается уменьшение количества частей околоцветника, тычинок и плодолистиков. Сюда относится семейство гречишные.

Семейство гречишные — Polygonaceae — травы, реже кустарники и деревья. Листья простые очередные (редко супротивные), цельные или лопастные. Имеются парные прилистники, срастающиеся и образующие перепончатую трубку («раструб»). Цветки мелкие, чаще обоеполые, собранные в сложные метельчатые или колосовидные соцветия. Околоцветник простой, венчиковидный или зеленоватый, состоящий из 2—6 свободных или более или менее сросшихся листочков. Тычинок 6—9. Пестик один, одногнездный с 3 рыльцами, образован 2—4 плодолистиками. Плод — орешек. Семена с мучнистым эндоспермом.

Семейство объединяет около 800 видов. Из них типичными для семейства и широко распространенными у нас являются гречиха посевная, водяной перец, змеевик, горец почечуйный, спорыш, ревен, щавель.

Щавель кислый, или обыкновенный, — *Rumex acetosa* — травянистое многолетнее растение. Стебель бороздчатый, достигающий 1 м высоты. Листья стреловидные. Богаты щавелевой кислотой и кислым щавелевокислым калием. Цветет в июле—августе. Цветки однополые. Растение двудомное. Опыляется ветром.

В СССР дико растет повсеместно на лугах, в разреженных лесах. Введен в культуру. Листья употребляются в пищу. Есть другие виды щавеля, засоряющие поля, луга, огороды.

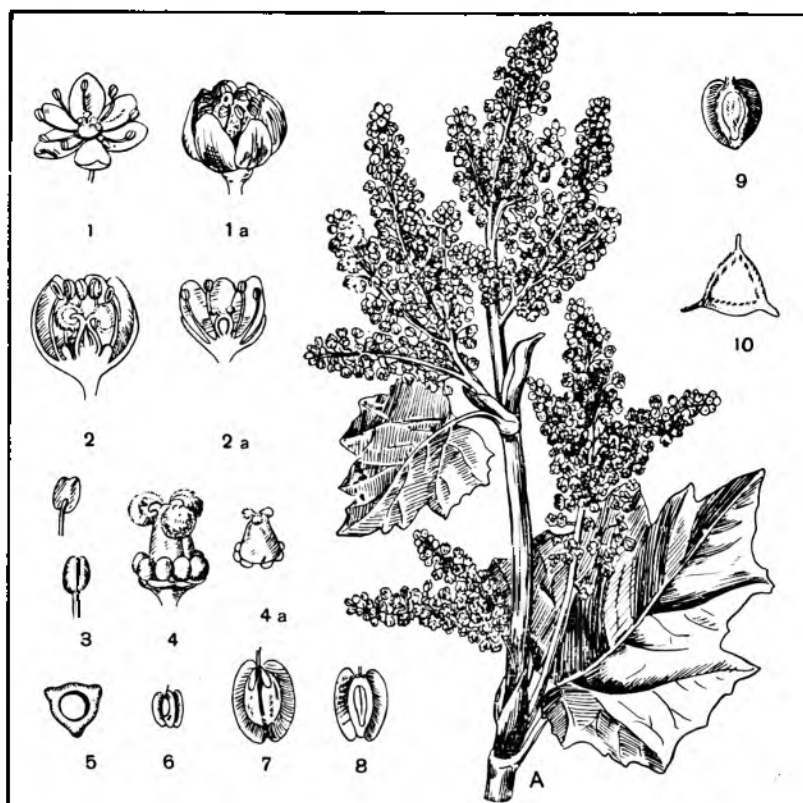
Широко распространен щавель конский, или щавель густой — *Rumex confertus*, отличающийся от щавеля кислого тем, что имеет нижние листья продолговато-сердцевидной формы, опушенные снизу, с длинным сверху желобковатым черешком. Цветет в мае—июле.

Корни богаты дубильными веществами и используются в медицине для приготовления вяжущих средств.

Ревень тангутский, или ревен пальчатый тангутский, — *Rheum palmatum* var. *tanguticum* (рис. 250) — травянистое многолетнее растение. Имеет крупное корневище: 4—6 см в диаметре. Стебель прямой, высотой 150—250 см. Листья очень крупные (прикорневые листья достигают 75 см в поперечнике), пальчаторассеченные, с пяти, семи сегментами на длинных (до 30 см) мясистых черешках. Цветет в

250. Ревень тангутский (*Rheum palmatum*).

A — побег с соцветиями;
1, 1a — цветки;
2, 2a — продольный разрез цветков;
3 — тычинки;
4, 4a — пестики;
5 — поперечный разрез завязи;
6–9 — плоды с крылышками;
10 — поперечный разрез плода.



июне. Цветки мелкие, собраны в метельчатые соцветия. Околоцветник простой, венчиковидный, состоящий из 6 розовых или красных листочков. Тычинок 9. Пестик один с 3 столбиками и верхней одногнездной завязью. Плод — орешек, трехгранный, крылатый, красного цвета.

В СССР разводится в Московской, Воронежской, Новосибирской, Кировской областях, а также в БССР и УССР.

В медицине применяется корневище и корень ревеня (порошок, настойка, сироп).

Широко известен еще ревень огородный, или черноморский, — *Rh. rhaponticum*, черешки листьев которого употребляются в пищу под названием ревеня в виде варенья, киселя и т. п. и используются в кондитерском производстве.

Горец перечный, или водяной перец, — *Polygonum hydropiper* (рис. 251) — травянистое однолетнее растение. Стебель голый, зеленовато-красноватый, ветвистый, 20—70 см высоты. Листья очередные, продолговатоланцетные, цельнокрайние, на очень коротких черешках. С нижней стороны листьев часто наблюдаются черные железистые точки. Из прилистников образуется перепончатый раструб, имеющий красноватую окраску и щетинки по краю. Цветет в мае—сентябре. Цветки мелкие, обоеполые, белые или красноватые, собранные в прерывистые кисти. Околоцветник простой, зеленый, из 4 (реже из 3 или 5) листочков. Тычинок 6, реже 7. Столбиков 2—3. Плод — орешек. Плод и вегетативные части имеют перечный вкус. Содержат гликозидоподобные вещества, валериановую кислоту и др.

251. Водяной перец (*Polygonum hydripiper*).252. Горец змеинный (*Polygonum bistorta*).

К рис. 251

- 1 — верхняя часть стебля с соцветиями;
2 — цветок с прицветником;
3 — околоцветник в развернутом виде;
4 — пестик;
5 — плод.

К рис. 252

- 1 — соцветие;
2 — часть корневища с корнями и листьями;
3 — цветок.



В Европейской части СССР и на Кавказе распространен повсеместно, реже — в Сибири, Средней Азии и на Дальнем Востоке. Произрастает по берегам рек, канавам, на сырых лугах.

В медицине применяется надземная часть (травя) растения (экстракт, настой) как кровоостанавливающее средство. Сбор — во время цветения. Из водяного перца добывается желтая краска.

Горец змеинный, или змеевик, или раковые шейки, — *Polygonum bistorta* (рис. 252) — травянистое многолетнее растение. Имеет изогнутое, похожее на змею или раковую шейку корневище, в изломе красноватое, богатое крахмалом. Стебель прямой, голый, цилиндрический, 30—100 см высоты. Листья очередные, черешковые, продолговатоланцетные. Нижние, прикорневые, листья крупные, с длинными крылатыми черешками, с ланцетной цельнокрайней пластинкой. Верхние листья более мелкие. Цветет в мае—июне. Цветки правильные, розовые, редко — белые. Цветки собраны в колосовидном соцветии. Околоцветник простой, пятичленный. Тычинок 8. Плоды — трехгранные орешки.

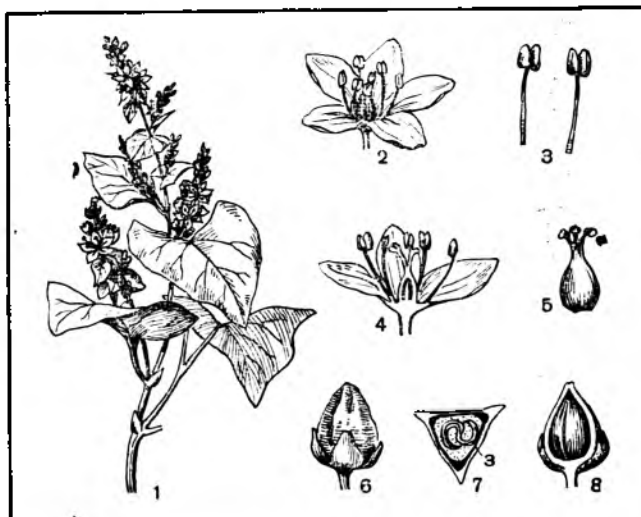
В СССР дико растет повсеместно от Крайнего Севера до степной зоны в Европейской части и Западной Сибири. Произрастает на торфяниках, на влажных лугах, в кустарниках.

В медицине применяется корневище (экстракт жидкий, отвар, настойка) как вяжущее средство. Медоносное растение.

Горец почечуйный, или почечуйная трава, — *Polygonum persicaria* — однолетнее растение высотой 20—50 см. Стебель прямой. Листья ланцетные. Сросшиеся в трубку прилистники имеют по верхнему краю реснички. Цветет с июля до осени. Цветки собраны в плотные кисти. Околоцветник

253. Гречиха настоящая (*Fagopyrum esculentum*).

- 1 — ветвь с соцветиями;
 2 — цветок;
 3 — тычинка;
 4 — продольный разрез
 цветка;
 5 — пестик;
 6 — плод;
 7 — поперечный разрез
 плода;
 8 — зародыш;
 9 — продольный разрез
 плода.



простой, венчиковидный, пятичленный, розовый. Тычинок 6. Пестик с верхней одногнездной завязью и с 2 или 3 столбиками. Плод — яйцевидный орешек.

Произрастает в Европейской части СССР (кроме Севера), на Кавказе, на юге Сибири и Дальнего Востока, в Средней Азии на сырых местах, по берегам водоемов и на полях как сорняк.

В медицине используются препараты настой и жидкий экстракт надземной части (травы) как слабительное и кровоостанавливающее средство.

Горец птичий, или спорыш, или птичья гречиха, — *Polygonum aviculare* — однолетнее травянистое растение. Стебли слабые, длиной до 30 см. Листья продолговатоланцетные, длиной около 1,5—2 см. Цветет с половины июня до осени. Цветки зеленые, собранные по 1—5 в пазухах листьев. Околоцветник простой, пятичленный. Тычинок 8. Пестик с верхней, одногнездной завязью и 3 столбиками. Плод — черный трехгранный орешек.

В СССР произрастает повсеместно по сорным местам, по пашням и песчаным берегам рек.

В медицине применяется препарат авикулярин (в порошке и таблетках), приготовляемый из всего растения (из травы с корнями), при кровотечениях. Используется и в народной медицине.

Гречиха посевная — *Fagopyrum sagittatum*, или *F. esculentum* (рис. 253) — травянистое, однолетнее растение. Стебель красноватый, 15—70 см высоты. Листья очередные, сердцевидные или сердцевидно-стреловидные. Цветет в июле. Цветки красные или белые, пахучие, с простым венчиковидным околоцветником, обоеполые, собранные в соцветиях — кистях (кисть состоит из отдельных пучков цветков). Венчик состоит из 5 лепестков. Тычинок 8. Пестик с верхней одногнездной завязью и 3 столбиками. Есть нектарники. Опыляется насекомыми. Цветки гетеростильные. Плод — коричневый трехгранный орешек.

В СССР разводится в средней полосе РСФСР, на Украине и в Белоруссии как важное хлебное растение. Из плодов вырабатывают гречневую крупу и муку.

254. Переступень белый (*Bryonia alba*).

- 1 — цветок;
 2 — венчик в развернутом виде;
 3 — две сросшиеся тычинки;
 4 — поперечный разрез плода;
 5 — семя;
 6 — ягоды;
 7 — ветвь с цветами;
 8 — мясистый корень.



Из верхушек надземной части (в период цветения) получают глюкозид рутин, употребляемый в медицине (в виде порошков и таблеток) для снижения кровяного давления и других целей. Медоносное растение. В народной медицине применяются цветы и листья для лечения кашля и нарывов.

Представители этого порядка характеризуются сростнолепестными правильными цветками, имеющими нижнюю завязь, состоящую из трех плодолистиков.

Семейство тыквенные — Cucurbitaceae — травы однолетние, редко кустарники или небольшие деревья. Стебель лежачий (плеть), цепляющийся при помощи усиков. Листья очередные. Прилистников нет. Цветки у большинства видов однополые, правильные. Чашечка пятизубчатая. Венчик у большинства видов спайнолепестный, редко раздельнолепестный, из 5 лепестков. Тычинок 5. У большинства видов тычинки, сросшиеся по две нитями или пылинками. Пестик один. Завязь нижняя, чаще трехгнездная. Плод обычно крупный, ягодообразный, редко коробочка. Семян много. Семена без эндосперма. Большинство растений опыляется насекомыми.

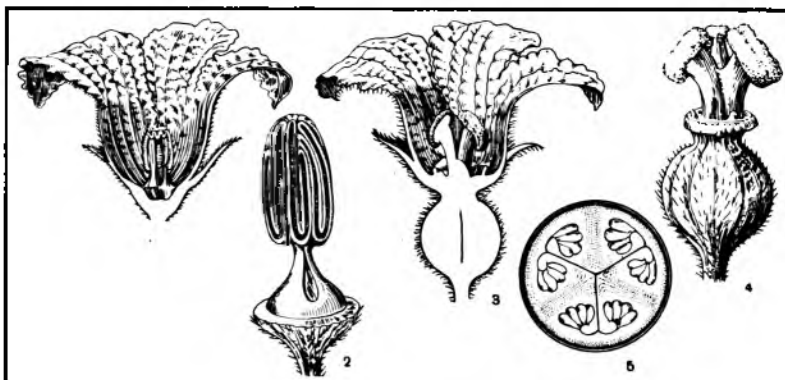
Семейство объединяет около 760 видов. Типичными для семейства, хозяйственно ценными распространенными в СССР являются следующие виды: переступень белый, тыква обыкновенная, арбуз съедобный, огурец посевной, дыня, люффа.

Переступень белый, или брыония белая, — *Bryonia alba* (рис. 254) — травянистое многолетнее ядовитое растение. Имеет большой, похожий на редьку, мясистый корень. Стебли тонкие, цепляющиеся усиками, бороздчатые, длиной 2—4 м. Листья сердцевидные пятилопастные на длинных черешках. Цветет в июне—июле. Цветки зеленовато-белые с пятичленным венчиком, раздельнополые, однодомные. Цветки собраны в щитковидных кистях. Нити тычинок сросшиеся. Плод — сочная шаровидная ягода черного цвета.

Порядок
 Страстоцветные —
 Passiflorales
 Семейство
 Тыквенные

255. Цветки тыквы.

- 1 — продольный разрез мужского цветка;
 2 — тычинки;
 3 — продольный разрез женского цветка;
 4 — пестик;
 5 — поперечный разрез завязи.



Растет на юге и западе Европейской части СССР, на Кавказе и в Средней Азии среди кустарников, по лесным опушкам и речным долинам.

В народной медицине применяется корень как болеутоляющее, кровоостанавливающее и слабительное средство, а также при кашле. Растение очень ядовито!

Тыква обыкновенная — *Cucurbita pepo* — травянистое однолетнее растение. Стебли лежачие, длинные (до 8 м), гранистые, полые. При основании листьев имеются усики. Листья крупные, очередные, черешковые, пяти- или семилопастные. Цветет в июне—июле. Цветки крупные, желтые, ароматные, одиночные, однополые (рис. 255), однодомные. Плод — ягодообразный, очень крупный (15—40 см в диаметре), достигающий 100 кг веса. Семена богаты жирным маслом (до 40%).

В СССР разводится в средней и южной полосах.

Плоды употребляются в пищу в вареном, печеном и жареном виде. В медицине применяются семена как противоглистное средство. Плоды употребляются на корм скоту (кормовые сорта). Разновидности кустовые, дающие вытянутые плоды, употребляемые в пищу в недозрелом виде, называются кабачками.

Арбуз съедобный — *Citrullus edulis* — травянистое однолетнее растение. Стебель ползучий опушенный. Усики двух- и трехраздельные. Листья дваждырассеченные на длинных черешках. Венчик желтый пятираздельный. Плод ягодообразный, крупный, сочный.

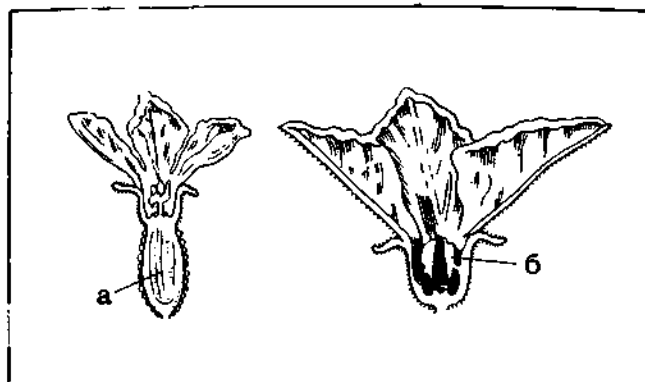
В СССР разводится преимущественно в степной зоне.

Употребляется в пищу в свежем виде, как сладкое блюдо, и засаливается; готовятся цукаты, варенье и применяется для изготовления арбузного меда (сок-бекмес) и масла (из семян), которое употребляется в пищевой и мыловаренной промышленности; наконец, применяется для корма скоту (кормовые сорта).

Огурец посевной — *Cucumis sativus* — травянистое однолетнее растение. Стебель ползучий (плеть) длиной 1—4 м. Листья пятилопастные. Цветет в июне—июле. Имеет однополые однодомные желтые цветки (рис. 256); женские цветки на растениях являются одиночными, а мужские растут пучками, в пазухах листьев. Плод ягодообразный. В СССР разводится повсеместно. Плоды недозрелые употребляются в пищу в свежем виде, засаливаются, маринуются.

256. Продольные разрезы цветков огурца.

а — завязь женского
цветка;
б — пыльники мужско-
го цветка.



Дыня обыкновенная — *Cucumis melo* — травянистое однолетнее растение. Стебель лежачий, бороздчатый, жестко-волосистый, длиной около 1 м. Листья сердцевидные, цельные или с 5—7 тупыми лопастями. Цветет в июне—июле. Цветки светло-желтые, однополые. Плод — ягодообразный, крупный, ароматичный.

В СССР дико растет в Средней Азии, по берегам Амударьи и Сыр-Дарьи. Разводится преимущественно в южной полосе нашей страны. Путем прививки дыни на тыкве (прием, разработанный С. П. Лебедевой) и других приемов удается выращивать дыни под Москвой.

Плоды употребляются в свежем или сушеном виде как сладкое блюдо, из них приготавливают варенье, дынный мед (сок-бекмес).

Люффа — *Luffa cylindrica* — травянистое однолетнее растение. Стебель ползучий, длиной до 2 м. Цветет в июне—июле. Плод крупный, цилиндрический, ягодообразный (15—100 см длины и 5—15 см толщины).

В СССР разводится в Средней Азии, на Кавказе и в южных районах Европейской части.

Используется волокнистый, состоящий из сосудисто-волокнистых пучков, остов плода как мочалка и для изготовления головных уборов, купальных туфель и т. п.

Бешеный огурец обыкновенный — *Escballium elaterium* (см. рис. 221) — травянистое жесткошероховатое однолетнее растение. Стебель стелющийся, длиной 20—50 см. Листья очередные, черешковые, сердцевидные, городчатозубчатые. Цветет в июле — сентябре. Цветки однополые, однодомные. Околоцветник пятимерный, спайнолистный. Венчик бледно-желтый. При созревании семян в плоде накапливается много слизи и потому внутри него увеличивается давление; когда созревший плод отламывается от плодоножки, в образовавшееся отверстие с силой выбрасывается слизь с семенами. Плоды созревают в августе — сентябре.

В СССР бешеный огурец встречается на Кавказе, в Крыму, Одесской области и Туркмении. Растет как сорняк на берегу моря, на откосах.

В народной медицине и гомеопатии применяются плоды.

Наиболее значительным семейством в этом порядке является семейство крестоцветные.

Семейство крестоцветные — *Cruciferae* — травы однолетние, двулетние и многолетние, реже полукустарники. Корни стержневые. У корневых видов корни сильно утол-

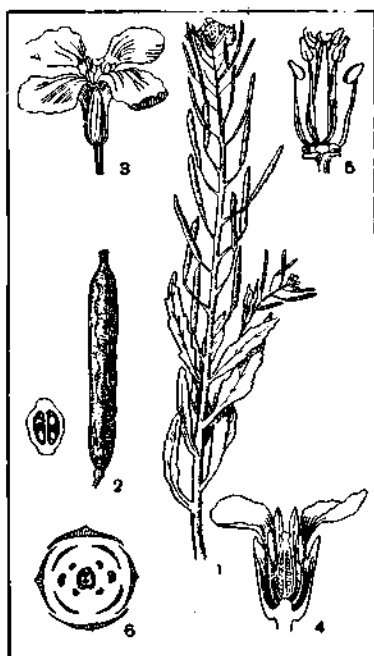
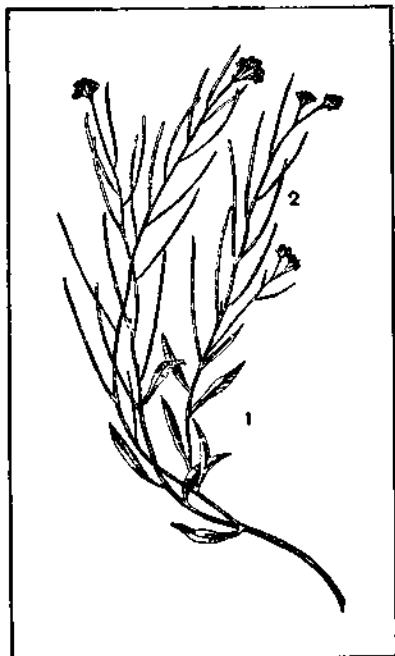
Порядок
Каперццветные —
Capparidales
Семейство
Крестоцветные

257. Желтушник серый (*Erysimum canescens*).258. Желтушник левкойный (*Frysimum cheiranthoides*).

К рис. 257.

1 — листья;
2 — плоды.

К рис. 258.

1 — побег с листьями,
цветками и плодами;
2 — плод стручок; сле-
ва — поперечный раз-
рез плода;
3 — цветок;
4 — продольный разрез
цветка;
5 — тычинки и пестик;
6 — диаграмма цветка.

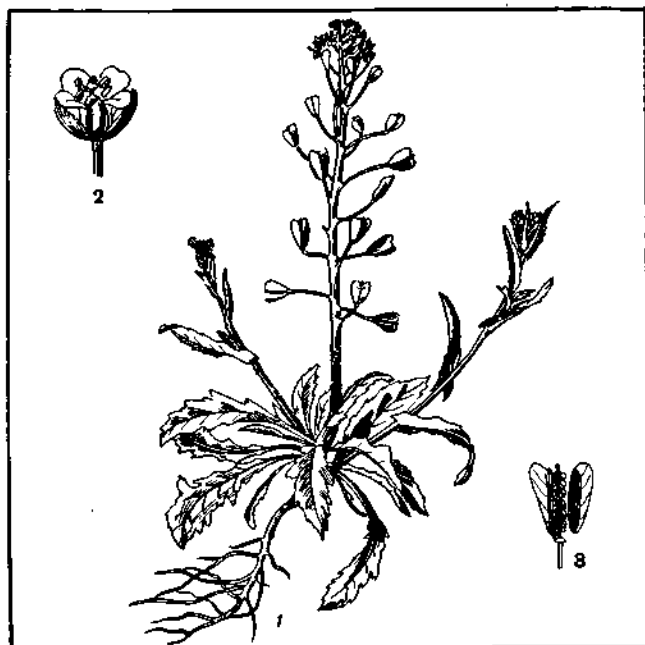
щаются (например, у хрена, редьки, редиса), давая «корне-плоды». Прикорневые листья собраны в розетку. Стеблевые листья очередные, без прилистников, простые, у некоторых видов перисторассеченные или перистолопастные. Цветки собраны в соцветия — кисти или метелки без прицветников. Цветки правильные, чаще белые или желтые. Формула цветка: $S_{2+2}C_{(4)}A_{2+4}\underline{G}_{(2)}$. Чашечка из 4 чашелистиков, часто опадает после цветения. Венчик раздельнолепестный. Лепестки расположены крестообразно (откуда и произошло название семейства). Тычинок 6; они разные: 2 короткие наружные и 4 длинные внутренние. Нектарники — при основании тычинок. Пестик один, с верхней завязью и головчатым или двудольным рыльцем. Плод — стручок или стручочек, или орешковидный, или членистый стручок, распадающийся. Плоды раскрываются двумя створками, снизу вверх. Семян много. Семена без эндосперма, обычно богаты жирным маслом или глюкозидами, которые под действием воды и фермента распадаются на глюкозу и эфирное горчичное масло.

Семейство объединяет около 2000 видов. Среди них есть лекарственные виды (желтушники, пастушья сумка, горчица, ложечная трава, чесночник) и овощные (капуста, редька, редис, репа, брюква, хрен и др.), есть масличные виды (горчица, сурепица, репа, рыжик), жирные масла которых употребляются в пищу, применяются в мыловарении и как смазочный материал; есть декоративные виды (левкой, ночная фиалка); есть виды — общеизвестные сорняки (сурепка, ярутка и многие другие). Наиболее примитивным является род *Brassica* (капуста и др.).

Желтушник серый, или желтушник сероватый, — *Erysimum canescens* (рис. 257) — травянистое двулетнее растение. Стебель высотой 30—80 см. Стеблей бывает один или несколько. Листья и стебли покрыты двураздельными

259. Пастушья сумка (*Capsella bursa pastoris*).

1 — растение с корнем, листьями, цветками и плодами;
2 — цветок;
3 — раскрывающийся плод.



волосками, придающими растению серый цвет. Листья очередные, линейноланцетные. Цветет в мае — июне. Цветки желтые, собраны в кистях. Плоды — стручки, тонкие (1 мм толщины), четырехгранные, достигающие 7 см длины.

Распространен в степных районах Европейской части СССР и Сибири, в Средней Азии, в степях, сосновых борах. Культивируется. Сбор дикорастущих растений не производится.

В медицине применяется «травя», собранная в фазе цветения растения, как сердечное средство (препараты: эризид и раствор эризимина); по характеру действия на сердце приближается к строфантину.

Желтушник левкойный — *Erysimum cheiranthoides* (рис. 258) — в отличие от желтушника серого является однолетним травянистым растением, которое может давать 2—3 поколения в год. Достигает в высоту 120 см. Имеет ланцетные листья, покрытые трехраздельными волосками. Цветет в мае — сентябре. На плодах четырехраздельные волоски. Плод достигает 4 см длины.

Распространен на территории Европейской части СССР (кроме Крыма и Кавказа) в полях, как сорняк, на сухих лугах, по оврагам.

Во всем остальном желтушник левкойный похож на желтушник серый. Так же используется в медицине как содержащий гликозиды сердечной группы.

Пастушья сумка обыкновенная — *Capsella bursa pastoris* (рис. 259) — травянистое однолетнее сорное растение. Стебель 20—30 см высоты, часто ветвистый. Листья прикорневые в розетке, черешковые, обычно перистораздельные; листья стеблевые сидячие, обычно цельные. Цветет в апреле — сентябре. Цветки мелкие, белые, собранные в соцветии — длинной кисти. Плод — треугольный стручок, плоский, с выемкой наверху, напоминает форму сумки (отку-

да и название растения). Растение иногда дает 2—3 поколения в год.

В СССР распространено повсеместно (за исключением Крайнего Севера и пустынных районов) на полях, в садах, у дорог, по сорным местам.

В медицине применяется настой и экстракт «травы» (*Herba Bursae pastoris*) как кровоостанавливающее средство.

Горчица сарептская, или горчица сизая, — *Brassica juncea*, или *Sinapis juncea*, — травянистое однолетнее растение высотой 40—100 см. Нижние листья очередные, черешковые, лоповидноперисторассеченные; верхние — цельные, сидячие, ланцетные. Цветет в мае. Соцветие — щитковидная кисть. Цветки желтые. Лепестки с ноготком. Тычинок 6. Пестик с верхней двухгнездной завязью и головчатым рыльцем. Плод — стручок, слабо сплюснутый, сверху суженный. Семена черно-сизого цвета, содержат глюкозид синигрин и жирное масло (30—47%).

В СССР растет дико как сорняк в черноземной полосе Европейской части, на Кавказе, в степных и лесостепных районах Западной Сибири, по пустырям и посевам Средней Азии. Разводится в Киргизской ССР, Нижнем Поволжье и на Северном Кавказе.

В медицине горчичную муку применяют для приготовления горчичников как местнораздражающего средства. Такое же применение находит эфирное горчичное масло (в виде горчичного спирта). Жирное горчичное масло идет в пищу. Из жмыхов готовят столовую горчицу.

Ложечная трава, или ложечница, — *Cochlearia arctica* — травянистое двулетнее растение. В первый год жизни развивается розетка прикорневых листьев, на второй год — прямостоячий ветвистый стебель, достигающий в высоту 40 см. Прикорневые листья округлые, на длинных черешках. Цветет в мае — июне. Цветки белые, на длинных цветоножках. Плод — округлый стручок.

В СССР распространена в северных областях.

Поскольку растение содержит до 0,2% витамина С, оно применяется как противосцинготное средство.

Чесночник лекарственный — *Alliaria officinalis* — травянистое двулетнее растение. Стебель высотой 25—100 см. Нижние листья цельные почковидные на длинных черешках, верхние — цельные сердцевидные на коротких черешках. Цветет в апреле — июне. Цветки белые.

В СССР распространен в лесной зоне Европейской части, на Кавказе, в Казахстане.

Листья и семена используются в народной медицине. Применяется как приправа к блюдам.

Из овощных культурных растений к семейству крестоцветных принадлежат капуста кочанная — *Brassica oleracea*, играющая первостепенную роль в овощеводстве, употребляемая в сыром, квашеном и вареном виде; репа В. гара (столовые сорта) и турнепс — *B. гара* (кормовые сорта), играющие важную роль в овощеводстве северной и средней полос СССР; брюква — *B. parabrassica*, дающая столовые и кормовые сорта; редька и редис — *Raphanus sativus*, употребляемые в пищу в сыром виде; хрен — *Cochlearia arthogasia* — витаминное растение, употребляемое в сыром виде (корни) в качестве острой приправы к пище. Растение также обладает резко выраженными фитонцидными свойствами.

260. Ива белая (*Salix alba*).

Отрезки ветвей с женскими (1) и мужскими (2) соцветиями;
3 — мужской цветок;
4 — женский цветок.



Порядок
Ивоцветные —
Salicales
Семейство
Ивовые

В процессе эволюции у видов этого порядка крайне упростился цветок.

Семейство ивовые — *Salicaceae* — деревья и кустарники. Листья очередные цельные с черешками и прилистниками. Цветет обычно до появления листьев. Цветки мелкие однополые. Растения двудомные, реже однодомные. Цветки без околоцветника, с прицветным маленьким листиком. Цветки собраны в соцветия — кисти или сережки. Тычинок две или несколько, или много. Пестик один. Завязь верхняя, одногнездная, из двух плодолистиков. Столбик один короткий, рылец два, семязпочек много. Плод — коробочка, раскрывающаяся двумя створками. Семена с летучками из белых волосков. Семена без эндосперма.

Семейство объединяет около 200 видов. Типичными представителями его являются ива белая и тополь черный.

Ива белая, или верба, или ветла, или ракита, или лоза, — *Salix alba* (рис. 260) — крупное дерево высотой до 25 м. Кора богата дубильными веществами. Листья ланцетные (см. рис. 100), с нижней стороны серебристые. Цветет в апреле — мае, до распускания листьев. В мужском цветке две тычинки. В женском цветке пестик один, с двумя рыльцами. Опыляется насекомыми, реже ветром. Семена мелкие, покрыты волосками и переносятся ветром.

Распространена по всей Европейской части СССР, в Западной Сибири, на Кавказе и в Средней Азии по берегам рек, арыков и т. п.

В народной медицине использовалась кора для лечения от малярии. Кора является хорошим дубильным сырьем. Древесина — хорошее сырье для приготовления бумаги. Хороший медонос. Рекомендуется для защитных лесных насаждений и укрепления песков.

К роду ивы принадлежат распространенные в СССР следующие виды: ива ломкая, или ракита, или верба, — *S. fragilis* — дерево, применяемое для устройства изгородей и т. п.; ива корзиночная, или белотал, — *S. viminalis* — кустарник, используемый для плетения корзин, вершей для ловли рыбы, мебели и т. п.

Тополь черный, или осокорь, — *Populus nigra* — дерево крупное, раскидистое, быстрорастущее, достигающее 40 м высоты. Листья на длинных черешках, простые. Пластинка листа треугольная. Цветет в апреле. Цветки собраны в соцветия — поникшие сережки, которые развиваются до распускания листьев. Опыляется ветром. Тычинок 12—20.

В СССР распространен повсеместно, за исключением Дальнего Востока и севера, в поймах рек, на берегах прудов и т. п.

В народной медицине применяются листовые почки. Из душистых почек добывают эфирное масло, применяемое в парфюмерии. Из древесины изготовляют бочки, ящики, спички, бумагу. Кора применяется для поплавок. Рекомендован для ползащитных лесных насаждений.

На юге СССР разводят пирамидальный тополь — *P. pyramidalis*, являющийся разновидностью черного тополя и отличающийся красивой пирамидальной кроной.

К роду тополя принадлежат широко распространенные в СССР, как растущие дико в лесах, так и разводимые на улицах, в парках и т. п., следующие виды: осина — *P. tremula*, имеющая прямой гладкий серый ствол, округлые, городчатые по краю, сверху темно-зеленые и снизу серо-зеленые листья, у которых черешки сжаты с боков и которые поэтому трепещут от легкого ветерка; тополь белый — *P. alba*, имеющий светло-серый ствол, бело-войлочные с нижней стороны листья и молодые побеги.

Характерно для настоящего порядка, что его представители имеют актиноморфные, обыкновенно обоеполые, с двойным околоцветником цветки (лепестки в бутоне скрученные). Нити многочисленных тычинок часто срастаются в трубку и окружают пестик. В коре имеются лубяные волокна. К этому порядку относятся такие семейства, как липовые, стеркулиевые, мальвовые.

Семейство липовые — *Tiliaceae* — деревья, кустарники и, редко, травы. Листья очередные, с прилистниками, простые, цельные или лопастные, сердцевидные. Цветки правильные, двуполые, редко однополые. Соцветие — щиток. Чашечка из 4—5 чашелистиков, опадающая. Венчик из 4—5 раздельных лепестков. Тычинок много свободных или сросшихся в несколько пучков. Пыльники четырехгнездные. Пестик один. Завязь трех- или пятигнездная, верхняя. Плод — орешек. Эндосперм семени содержит жирное масло. Типичным представителем этого семейства является липа мелколистная, и другие виды этого рода.

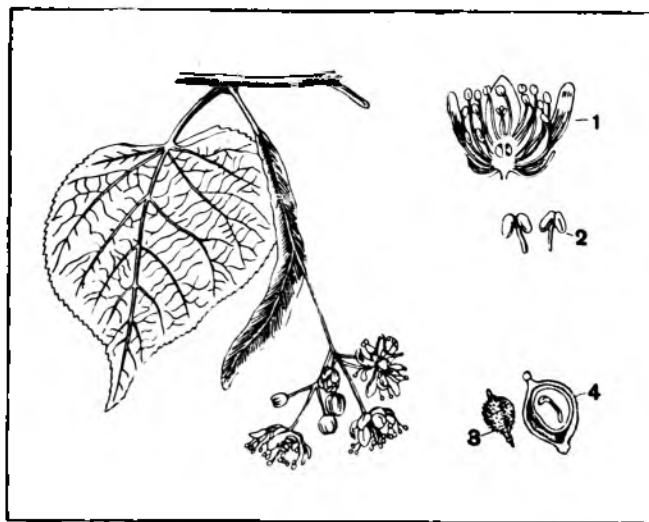
Липа сердцевидная, или липа мелколистная, — *Tilia cordata*, или *T. parvifolia* (рис. 261), — крупное, высотой до 25 м дерево. Листья очередные, длинночерешковые, сердцевидные, неравнобокие, пильчатые. Цветет в июне — июле. Цветки мелкие (около 10 мм в диаметре), душистые, зеленовато-белые, собранные по 3—15 в соцветия — обращенные вверх полузонтики. Цветовое сросся с крупным пленчатым желтовато-зеленым, удлиненоланцетовидным прицветником. Чашечка из 5 свободных чашелистиков. Венчик из 5 лепестков. У основания лепестков — нектарники. Тычинок много, в 5 пучках. Опыляется насекомыми, главным образом пчелами. Завязь верхняя пятигнездная с одним столбиком. В каждом гнезде — 2 семяпочки, но в конце концов во всех гнездах развивается только одна или две, и плод получается односемянным или двусемянным. Плод — шаровид-

Порядок
Мальвоцветные —
Malvales

Семейство
Липовые

261. Ветвь с листом и соцветием липы мелколистной (*Tilia parvifolia*).

- 1 — продольный разрез
цветка;
2 — пыльник;
3 — плод;
4 — разрез плода.



ный орешек. Плоды созревают осенью и остаются на дереве до весны. Широко распространена в зоне широколиственных и смешанных лесов Европейской части СССР, в Западной Сибири и на Кавказе.

В медицине применяются высушенные цветущие соцветия вместе с прицветником, называемые «липовым цветом», в виде настоя как потогонное средство, а также для полоскания рта и ароматизации вин. Липа — лучшее медоносное растение. Рекомендуется для защитных лесных насаждений. Из лубяных волокон коры изготовляют рогожку, мочалу и т. п. Древесина ценится и используется для столярных изделий.

К семейству липовых принадлежит джут — *Cochlosoma olitorius* — однолетнее травянистое растение, возделываемое в Средней Азии и Закавказье с целью выработки волокна для мешков, канатов и т. п. Джут дает негигроскопичную мешковину, что важно для изготовления мешков для сахара и т. п. В медицине применяется выделенный из семян джута глюкопид олиторизид.

Семейство стеркулиевые — *Sterculiaceae* — близко к семействам мальвовых и липовых. Типичным представителем семейства является шоколадное дерево.

Шоколадное дерево или какао — *Theobroma cacao* (рис. 262) — дерево, достигающее высоты 3—8 м. Вечнозеленое. Листья очередные, пластинка широкоэллиптическая. Цветет в течение всего года. Цветки развиваются на самом стволе дерева, имеют около 15 мм в диаметре, желтые или красные, пятичленные. Плод — ягода. Плоды желтые, крупные, длиной 10—30 см, ребристые, похожие на огурец. В плоде содержится 25—50 семян. Семена крупные, богатые жирным маслом. Содержат алкалоид теобромин.

Растет дико во влажных тропиках Южной и Центральной Америки. Разводится в тропических странах. В СССР произрастает и плодоносит только в оранжереях.

Из семян получают жирное масло, используемое в фармацевтической практике и в кондитерском деле. Из обезжиренных семян делают какао и шоколад.

Семейство
Стеркулиевые

262. Шоколадное дерево (*Theobroma cacao*).

1 — ствол с плодами;
2 — часть стебля с ли-
стом и цветками;
3 — цветок.



Семейство
Мальвовые

Семейство мальвовые — *Malvaceae* — кустарники и травы. Листья очередные, с прилистниками, простые, цельные или пальчатолопастные. Цветки правильные, обоеполые, одиночные или собранные в верхушечные соцветия. Чашечка из 5 раздельных или сросшихся чашелистиков остается при плоде. Под чашечкой — подчашье из нескольких крупных прицветников. Венчик — из 5 раздельных лепестков, закрученных в бутоне. Тычинок много, все срастаются в одну трубочку или колонку. Пыльники двухгнездные. Пыльца с шипами. Опыление происходит посредством насекомых. Через тычиночную трубочку проходят столбики, идущие из одной завязи. Завязь верхняя, образованная 5 плодолистиками. Плод дробный или коробочка. Семян много.

Семейство мальвовых объединяет около 900 видов. Типичными представителями его являются: алтей лекарственный, мальва лесная, хлопчатник¹.

Алтей лекарственный, или мальва, — *Althaea officinalis* (рис. 263) — травянистое многолетнее растение. Имеет толстое, короткое корневище, от которого отходят толстые (до 2 см в поперечнике) корни. Стебли прямостоячие, высотой 60—150 см. Листья очередные, черешковые, крупные, 3—5-лопастные, яйцевидные (верхние), по краю неравномерно городчатозубчатые, серовато-зеленые, снизу и сверху войлочно-опушенные. Цветет в июне — августе. Цветки крупные розовые, правильные, обоеполые, собранные в пазухах листьев. Подчашье из 8—12 прицветников. Лепестков 5. Тычинок много, сросшихся в трубку, через которую проходит столбик. Пестик один. Завязь верхняя плоская, 15—25-гнездная. Плод — дисковидная, дробная многосемянка.

В СССР растет дико в степной и лесостепной зонах Европейской части, в Западной Сибири, Казахстане, на Кавказе

■ ¹ По новой номенклатуре хлопчатник относится к особому семейству.

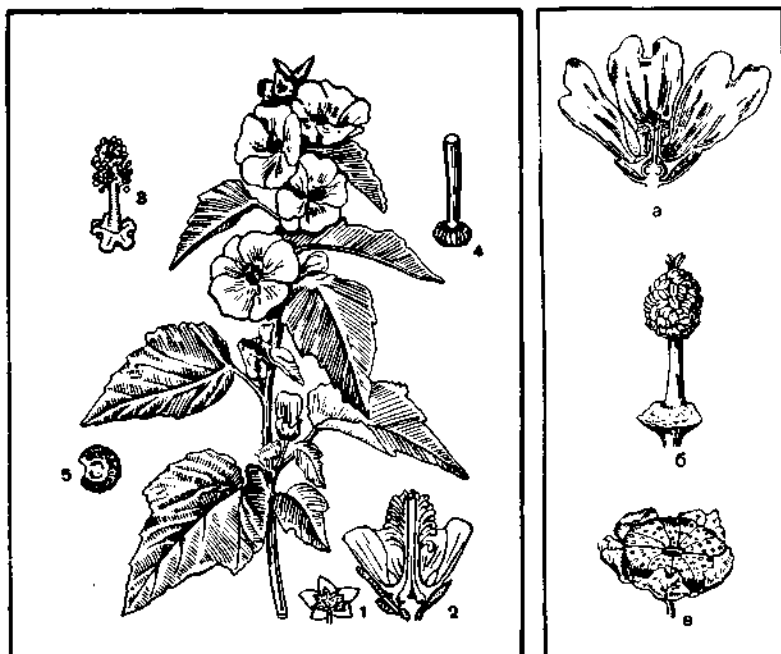
263. Алтей лекарственный (*Althaea officinalis*).264. Цветок и плод мальвы лесной — *Malva silvestris*.

К рис. 263

1 — чашечка с подчашием;
2 — продольный разрез
цветка;
3 — колонка тычинок;
4 — пестик;
5 — семя.

К рис. 264

а — продольный раз-
рез цветка;
б — тычиночная трубка;
в — плод.



и в некоторых районах Средней Азии на сырых лугах, среди кустарников. Разводится на Украине и в Краснодарском крае.

Высушенные и очищенные от коры 2—3-летние корни и корневища применяются в медицине как противовоспалительное, отхаркивающее и обволакивающее средство. Реже так же используются листья, цветки и плоды.

Мальва лесная, или просвирник лесной, — *Malva silvestris* (рис. 264) — травянистое растение высотой 30—120 см. Стебель покрыт волосками. Листья очередные, сердцевидные, 5—7-лопастные, на длинных черешках, по краю городчато-зубчатые. Цветет в июне — сентябре. Цветки розовые, 35—40 мм в диаметре, по несколько в пазухе листа. Подчашие состоит из 3 прицветников. Чашелистиков 5, раздельных, остающихся при плодах. Лепестков 5, раздельных. Лепестки имеют выемку. Тычинки многочисленные, сросшиеся в трубочку. Пестик один с многими столбиками. Завязь верхняя из 5 плодолистиков. Плод — многораздельная сборная семянка.

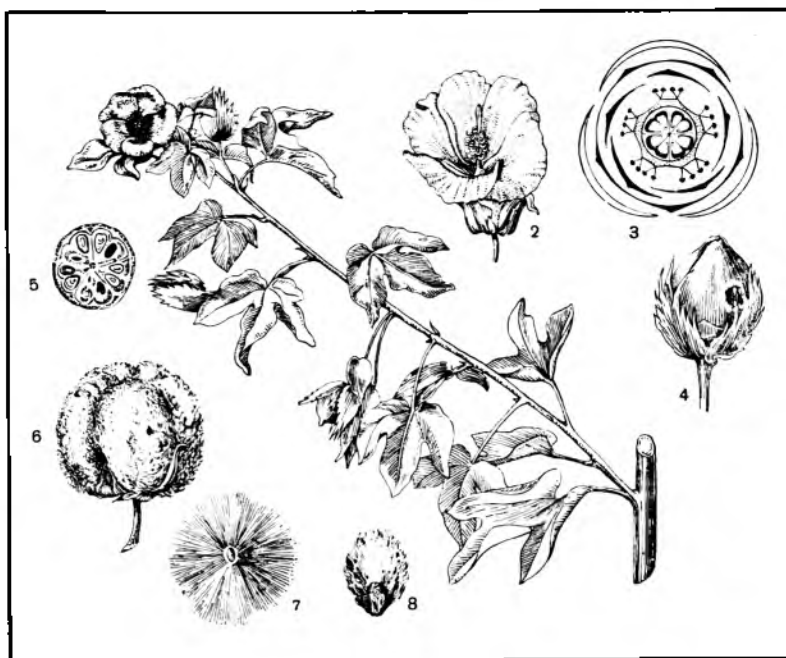
В СССР широко распространена всюду, кроме Севера, на полях и около дорог как сорное растение.

В медицине применяются настои высушенных листьев и цветков. Цветки при сушке становятся голубыми.

Хлопчатник мохнатый — *Gossypium hirsutum* (рис. 265) — кустарник. Многолетнее растение, но культивируется как однолетнее. Стебель ветвится, достигает высоты 80—120 см. Листья очередные черешковые, 3—5-лопастные, крупные. Прилистников два. Стебли и листья имеют многочисленные темные точки — вместилища госсипола. Цветет в июне — сентябре (цветение прекращают заморозки). Цветок цветет один день. Цветки желтые или кремовые; при отцветании краснеют. Лепестки в бутоне скручены. Чашечка

265. Хлопчатник (*Gossypium hirsutum*).

- 1 — ветвь;
 2 — цветок;
 3 — диаграмма цветка;
 4 — коробочка;
 5 — поперечный разрез коробочки;
 6 — раскрывшаяся коробочка;
 7 — семя с расчесанными волосками;
 8 — семя в разрезе.



сростнолистная пятизубчатая. Подчашье из 3 прицветников. Венчик из 5 раздельных лепестков. Тычинок много; они срослись в трубочку. Пыльники 2-гнездные. Самоопыляется и перекрестно опыляется. Завязь верхняя 3—5-гнездная; в каждом гнезде до 10 семян. Плод — раскрывающаяся коробочка длиной более 4 см. Семена яйцевидные, густо покрытые длинными (до 65 мм) одноклеточными белыми волосками, которые после их сдираания с семян составляют вату.

В СССР разводят хлопчатник, главным образом в Средней Азии, Закавказье и, реже, на юге Европейской части. Родина его Мексика.

Хлопчатник является основным прядильным растением, обеспечивающим сырьем нашу хлопчатобумажную промышленность.

Из ваты готовят нитки, хлопчатобумажные ткани. Обезжиренная вата называется гигроскопической и используется в медицине как перевязочный материал. Из ваты получают применяемый в медицине коллодий. Ядро семени содержит около 20% жирного масла, употребляемого для технических целей; рафинированное хлопковое масло употребляется в пищу. Из оставшихся после отжатия масла ядер семян получается жмых, являющийся прекрасным кормом для домашних животных. Из кожуры семян, или шелухи, получается целлюлоза. Из коры корней готовится экстракт, обладающий кровоостанавливающими свойствами. Из листьев в промышленности добывается лимонная и яблочная кислоты.

Кроме хлопчатника мохнатого, для хлопчатобумажной промышленности имеют большое значение еще следующие виды: хлопчатник египетский — *G. barbadense* — и хлопчатник травянистый, или гуза, — *G. herbaceum* (происходит из Африки).

266. Клещевина обыкновенная (*Ricinus communis*).

Слева — цветущая
ветвь,
справа — стебель
с цветками:
а — женские цветки,
б — мужские.



В дореволюционной России посевы хлопка на поливных землях занимали около 700 000 га. В настоящее время эти посевы занимают более 2 200 000 га в Средней Азии, Закавказье, на Северном Кавказе и на юге Украины. В дореволюционной России главная масса хлопка ввозилась из-за границы.

В настоящее время, с начала второй пятилетки, вся потребность СССР в хлопковом волокне удовлетворяется отечественным хлопком. Урожай хлопка значительно повысился. Валовой сбор хлопка увеличился по сравнению с 1913 г. более чем в 5 раз.

Близкими к хлопчатнику видами, также прядильными растениями, являются канатник — *Abutilon avicennae*, дико произрастающий на юге СССР и разводимый для выработки грубого волокна, и кенаф — *Hibiscus cannabinus*, разводимый на Северном Кавказе, в Дагестане и Азербайджане с целью выработки волокна для сетей, мешков, шпагата и т. п. Волокно у этих растений добывается из их лубяных волокон.

Семейство молочайные — *Euphorbiaceae* — травы, лианы, кустарники, деревья. Многие виды содержат каучук в млечном соке. Листья цельные, с прилистниками. Цветки однополые, собранные в зонтиковидные, метельчатые или колосовидные соцветия. Растения однодомные или двудомные. Опыляются насекомыми и ветром. Плод — коробочка, редко костянка, ягода или орешек. Семя с эндоспермом.

К семейству относится 4500 видов. Среди них клещевина, тунговое дерево, молочай, кевея, хрозифора. Типичным представителем семейства является клещевина обыкновенная.

Клещевина обыкновенная — *Ricinus communis* (рис. 266) — растение травянистое, однолетнее вследствие вымерзания зимой, а на родине, в тропической Африке — многолетнее дерево высотой до 10 м. Стебель зеленый или

Порядок
Молочайные —
Euphorbiales
Семейство
Молочайные

сизый, или красный, высотой 2 м, полый. Листья очередные, крупные, пальчаторассеченные, длинночерешковые (с черешками длиной 20—60 см). Цветет в июне — июле. Цветки зеленоватые, собраны в соцветия — плотные кисти. Цветки однополые, однодомные. Мужские цветки расположены в нижней части соцветия, а женские — в верхней части того же соцветия. Околоцветник простой, мелкий, из 3—5 зеленоватых лепестков. В мужских цветках тычинок много (до 1000 пыльников). В женских цветках пестик один с тремя красными или желтыми расщепленными рыльцами. Завязь трехгнездная. Формулы цветков: ♂ $P_{3-5}A_{\infty}$ и ♀ $P_{3-5}\underline{G}_{(3)}$. Опыление происходит при помощи ветра. Плод — коробочка, гладкая или покрытая шипами. Семена плоскойцевидные, блестящие, пестрые, крапчатые, достигающие в длину 22 мм. Семена ядовиты потому, что содержат белковоподобное ядовитое вещество — рицин. В семенах имеется до 60% не-высыхающего жирного масла.

В СССР разводится в однолетней культуре на Северном Кавказе, в Средней Азии, Закавказье, в южных областях Украины и Нижнем Поволжье. Под клещевинной заняты сотни тысяч гектаров.

Из семян клещевины получают (холодным путем) масло, называемое касторовым (*Oleum Ricini*). Оно применяется в медицине как слабительное и для других целей. Горячим прессованием из этих же семян добывают масло, называемое клещевинным и применяемое для смазки моторов, особенно в авиации, для выделки мыла и в лакокрасочном производстве. Кроме того, клещевину разводят как декоративное растение.

Тунговое дерево, или тунг Форда, — *Aleurites Fordii* — дерево, достигающее в высоту 9 м. Листья очередные, крупные, цельные. Цветет в апреле — мае. Цветки собраны в соцветие — кисть, белые, однополые. Растение однодомное. Чашечка опадает при расцветании. Лепестков 5. Завязь 4—7-гнездная. Плоды крупные, шаровидные, костянокоподо-бные. Семена содержат 60—65% жирного масла.

В СССР разводится во влажных субтропиках, на Черноморском побережье Кавказа.

Из семян получают жирное техническое масло, идущее на выделку лучших лаков для автомобилей, самолетов, деревянных частей морских судов, подводных лодок и пр.

Виды рода молочая — *Euphorbia* — являются травами и кустарниками, содержащими в млечном соке смолы и каучук. Листья сидячие. Цветки — собраны группами: один сидячий цветок на цветоножке и ниже его — несколько сидячих мужских, имеющих по одной тычинке. Цветки окружены 5 прицветниками. Пестик с трехраздельным столбиком. Плод — коробочка. Многие виды ядовиты!

В СССР распространены повсеместно.

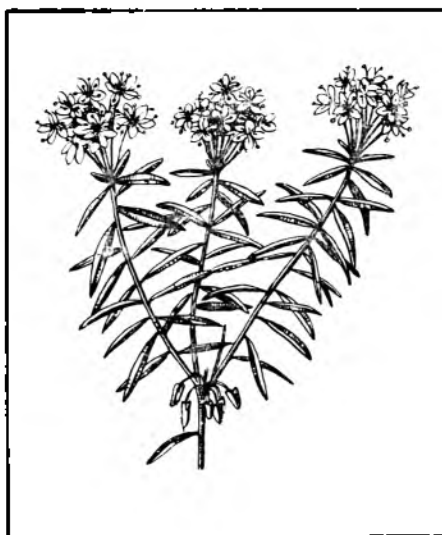
Некоторые виды молочаев применяются в народной медицине.

В саваннах и пустынях Африки растут виды молочайных, имеющие кактусовидные формы (явление конвергенции).

К семейству молочайных также относятся следующие виды: хевея бразильская — *Hevea brasiliensis* — разводимое в тропических странах древесное растение, из которого добывается каучук, и хрозифора изящная — *Chrozophora gracilis*, растущая в пустынях Средней Азии и дающая слабительное средство.

267. Багульник болотный (Ledum palustre).

268. Толокнянка (Arctostaphylos uva ursi).



Порядок
Верескоцветные—
Ericales

Семейство
Вересковые

Порядок верескоцветные находится на границе между раздельнолепестными и спайнолепестными видами растений. Более примитивные виды верескоцветных, например виды багульника, имеют раздельные лепестки. Виды, эволюционировавшие дальше, например виды семейства брусничных, имеют более или менее спайные лепестки. К этому порядку принадлежат такие семейства, как вересковые и брусничные.

Семейство вересковые — Ericaceae — кустарники или полукустарники, или деревья. Многие — вечнозеленые с кожистыми листьями. Листья линейные или игольчатые, или эллиптические, или чешуйчатые, без прилистников. Цветки чаще собраны в соцветиях — кистях, метелках, зонтиках, или реже одиночные. Цветки правильные, обоюднолы, пятикратные, т. е. имеющие круг чашелистиков, круг лепестков, два круга тычинок и круг плодolistиков. В каждом круге имеется по 4—5 членов. Чашечка обычно остается при плоде. Лепестки венчика сросшиеся, образующие трубчатую или колокольчатую форму; редко венчик раздельнолепестный. Тычинок вдвое больше, чем лепестков, или столько же. Доли пыльников у многих видов кверху расходятся и на вершине вскрываются дырочками или щелями. Перекрестное опыление производится насекомыми. Пестик один. Завязь 4—5-гнездная, верхняя или нижняя. Столбик один, с головчатым рыльцем. У основания завязи — нектарники. Плод — коробочка или ягода, редко костянка. Семена мелкие, имеют маслянистый эндосперм. Распространены в Северном полушарии. Наибольшее обилие видов в Южной Африке.

Семейство объединяет около 1500 видов. Типичными для него, распространенными в СССР и имеющими лекарственное значение являются багульник, толокнянка, вереск; как декоративное растение известен рододендрон (азалия).

Багульник болотный — *Ledum palustre* (рис. 267) — кустарничек высотой 50—125 см, вечнозеленый, ядовитый, эфиромаслический; издает одуряющий запах. Стебли лежачие, с поднимающимися ветвями. Молодые побеги имеют бурое опушение. Листья очередные, линейные, кожистые, с заглу-

269. Брусника (*Vaccinium vitis-idaea*).270. Черника (*Vaccinium myrtillus*).

тыми цельными краями, снизу покрытые бурым войлоком. Цветет в мае — июле. Цветки белые, правильные, раздельно-лепестные, собраны на концах веточек в зонтиковидные кисти. Тычинок 10. Плод — коробочка. Плодоножки длинные, загнутые книзу.

В СССР дико растет в тундре, лесотундре и лесной полосе, на торфяных болотах. Характерное растение северного ландшафта.

В медицине применяется настой из багульника болотного (листья и молодые веточки). Эфирное масло из листьев обладает протистоцидными свойствами и оказывает бактерицидное действие по отношению к золотистому стафилококку.

Багульником окуривают помещение для уничтожения насекомых.

Толокнянка обыкновенная, или медвежье ушко, — *Arctostaphylos uva-ursi* (рис. 268) — стелющийся полукустарник с зимующими листьями, 25 см высоты. Кора бурая. Листья очередные, мелкие (длиной около 2 см), темно-зеленые сверху, кожистые, обратнойцевидной формы, суживающиеся к основанию и образующие короткий черешок. Цветет в мае — июле. Цветки розовые, бубенчатой формы, длиной 5—6 мм, собранные в соцветиях-кистях. На верхушке венчика 5 зубчиков. Тычинок 10. Пыльники открываются на верхушке двумя отверстиями. Пестик с верхней 5-гнездной завязью. Плод — красная мучнистая ягода с 1—5 семенами.

Дико растет в Европейской части СССР, Сибири, на Дальнем Востоке и в горах Кавказа, на песчаных местах, в сосновых борах, лиственных лесах, в альпийском поясе.

В медицине применяются листья (настой, отвар, экстракт) как мочегонное и вяжущее средство. Листья и стебли содержат до 30% дубильных веществ и являются хорошим дубителем. Кроме того, из листьев и стеблей получают черную краску. Плоды малосъедобны.

Вереск — *Calluna vulgaris* — небольшой кустарничек высотой 30—100 см. Листья мелкие, черепитчаторасположенные, ланцетные, вечнозеленые. Цветет в августе — сентябре.

Семейство
Брусничные

Цветки лилово-розовые, собраны в соцветиях — однобоких кистях. Пахнут медом. Плод — коробочка четырехгнездная.

В СССР дико растет повсеместно в Европейской части, образуя заросли «верещатники», в лесах, на песках, реже — на торфяных болотах.

В народной медицине применяется при камнях почек, катаре желудка. Хороший медонос.

Семейство брусничные — *Vacciniaceae*, — для которого характерными признаками являются нижняя завязь и плод — ягода.

Брусника — *Vaccinium vitis idaea* (рис. 269) — кустарничек высотой 25 см. Ценное северное ягодное растение. Имеет ползучее корневище и прямостоячие стебли. Листья вечнозеленые, очередные, кожистые, сверху темно-зеленые, снизу бледные с бурыми железками. Края у листовых пластинок немного загнуты книзу. Цветет в мае — июне. Цветки белые, чуть красноватые, правильные, собранные в соцветиях-кистях. Чашелистиков 4. Лепестков 4. Тычинок 8. Пестик с верхней четырехгнездной завязью. Плод — ягода, по мере созревания превращающаяся из белой в красную, многосеменная, шаровидная, блестящая, на верхушке имеющая заохшную чашечку.

В СССР дико растет в тундре, лесотундре, лесной полосе, на Алтае, высокогорном Кавказе, в хвойных и смешанных лесах и на торфяниках черноземной полосы.

В медицине применяются листья (отвары и настои). Ягоды перерабатываются на варенье, пастилу, экстракты и т. п. Ягоды богаты витаминами. Медоносное растение.

Черника обыкновенная — *Vaccinium myrtillus* (рис. 270) — полукустарничек высотой 15—40 см. Стебли ребристые, зеленые, прямостоячие, отходят от ползучего стебля. Листья, опадающие на зиму, эллиптическойцевидные, мелкопильчатые, на коротких черешках. Цветет в мае. Цветки одиночные, на коротких цветоножках. Венчик красновато-зеленоватый, шаровидный. Формула цветка: $*C_{(5)}C_{(5)}A_{5+5}\overline{G}_{(5)}$. Плоды — ягоды шарообразные, до 10 мм в диаметре, черные, с окрашенным соком, сладкие.

В СССР дико растет в тундрах в зоне хвойных лесов, на Дальнем Востоке и на Кавказе, в лесах.

В медицине применяются сушеные ягоды — при поносах. Ягоды имеют фитонцидную активность. Свежие и сушеные ягоды употребляются в пищу и применяются для подкраски вин. Из ягод варят варенье, сироп. Медоносное растение.

Голубика — *Vaccinium uliginosum* — кустарничек высотой 30—120 см, очень похожа на чернику, но отличается от нее гладкими стеблями, обратнойцевидными, цельнокрайными, снизу сизыми листьями, более мелкими цветками и более крупными овальными ягодами, покрытыми темно-голубым налетом. Цветет в мае.

В СССР дико растет на севере и во всей нечерноземной полосе, по сырым местам на торфяниках.

Ягоды вкусны и содержат витаминов больше, чем брусника. В народной медицине ягоды применяются как противогрибковое средство. Ягоды используются в кондитерском производстве (варенье и др.).

Клюква болотная, *Oxycoccus palustris* или *Vaccinium oxycoccus*, — вечнозеленый стелющийся кустарничек длиной до 75—80 см. Листья очередные, мелкие, кожистые, короткочерешковые, продолговатойцевидные, снизу серые, с загну-

тыми краями. Цветет в мае — июне. Поникающие цветки собраны по 2—4 в зонтиковидные соцветия. Цветки имеют красный венчик, состоящий из четырех сросшихся у основания лепестков. Цветоножки длинные. Тычинок 8. Пестик с нижней завязью. Плод — ягода, шаровидная, красная, кислая, сочная, имеющая в диаметре 10—18 мм.

В СССР дико растет в северной и средней полосах Европейской части, в Сибири и на Дальнем Востоке, по торфяным болотам.

В медицине ягоды применяются для изготовления клюквенного сиропа и экстракта, употребляемых при лихорадке и авитаминозах. Ягоды имеют фитонцидную активность. В хозяйстве они употребляются в пищу и перерабатываются на варенье, пастилу, квас и др. Медоносное растение.

Порядок характеризуется спайнолепестными правильными, пятичленными цветками, верхней завязью. Перегородки в завязи редуцировались и она стала одногнездной.

Семейство первоцветные — Primulaceae — травы. Листья часто прикорневые, цельные, редко перистые, без прилистников. Цветки правильные обоеполые. Чашечка обычно пятизубчатая, реже — раздельная. Лепестки у некоторых видов почти свободные, у других — сроснoleпестные. Лепестков обычно пять. Тычинки, сросшиеся с лепестками, расположены по одной окружности. Тычинок обычно пять. Пестик один. Завязь верхняя, одногнездная, со столбиком, имеющим головчатое рыльце, составлена 5 сросшимися плодолистниками. Цветки часто гетеростильные. Опыляются насекомыми. Плод — коробочка, многосеменная. Семена с эндоспермом. Распространены преимущественно в умеренном климате.

Семейство объединяет около 500 видов. Типичным представителем семейства является первоцвет лекарственный. В садах, в комнатах разводят декоративные китайские примулы. К этому семейству относится лекарственное и декоративное растение цикламен аджарский.

Первоцвет лекарственный, или первоцвет весенний, — *Primula officinalis*, или *P. veris* (рис. 271), — травянистое многолетнее растение высотой 15—30 см. Имеет прикорневые, яйцевидные, морщинистые, переходящие в черешок, снизу сероватые. Цветет в мае — июне. Цветонос безлиственный. Соцветие — зонтик, поникающий в одну сторону. Чашечка пятизубчатая, длиной 9—20 мм. Венчик 10—20 мм в диаметре, длиннотрубчатый, желтый. Цветки обоеполые, гетеростильные. Плод — коробочка. Цветет ранней весной.

В СССР растет на юге лесной и в лесостепной зонах Европейской части, среди кустарников, в лесах.

Корни применяются в медицине как отхаркивающее средство. Листья содержат много витамина С. Поскольку листья вкусны, первоцвету лекарственному предостоят введение в культуру как салатного растения.

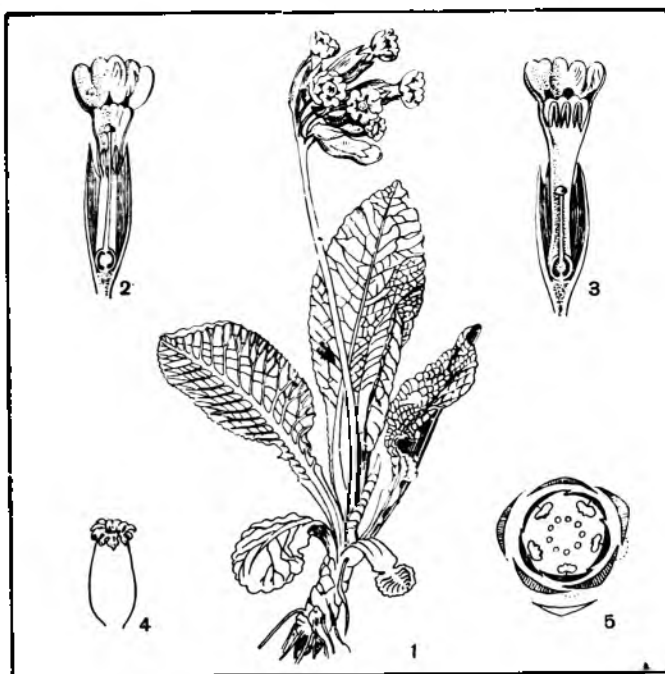
Дряква аджарская, или цикламен аджарский, — *Cyclamen adsharicum* — травянистое многолетнее растение с крупными частично погруженными в землю клубнями. Листья прикорневые, с красноватыми черешками и округлыми пластинками. Цветет в январе — марте. На цветоносах — поникшие цветки розового цвета.

В СССР произрастает в западных районах Грузии, в горных лесах.

Порядок
Первоцветные —
Primulales
Семейство
Первоцветные

271. Первоцвет лекарственный (*Primula officinalis*).

- 1 — растение с корневищем, листьями и цветками;
 2, 3 — продольные разрезы длинно столбчатого и короткостолбчатого цветка;
 4 — плод;
 5 — диаграмма цветка.



Порядок
 Розоцветные —
 Rosales

Семейство
 Розаные

В народной медицине используются клубни. Клубни ядовиты.

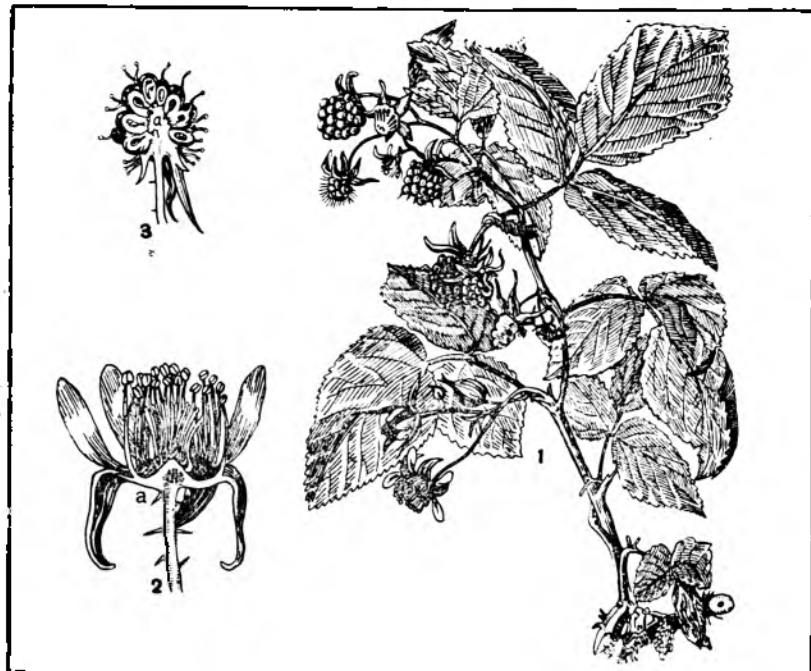
Среди многочисленных и разнообразных представителей этого порядка по многим признакам наблюдается их эволюционное развитие. Это эволюция от раздельнолепестных венчиков к спайнолепестным, от актиноморфных цветков к зигоморфным, от большого числа тычинок к малому, от большого числа семяпочек к малому, от многочисленных лепестков к немногочисленным, от древесного типа к травянистому.

Семейство розаные — Rosaceae — травы, кустарники и деревья, листопадные и, реже, вечнозеленые. Листья очередные, редко прикорневые, с прилистниками, простые или сложные. Цветки правильные, обоеполые (редко однополые), одиночные или в соцветиях. Чашечка простая из 5—4 чашелистиков или двойная из 8—10 чашелистиков, из которых наружные образуют подчашье. Венчик раздельнолепестный из 5—4 лепестков. Тычинок много. Пестиков один или много. На цветоложе есть нектарники. Опыление происходит посредством насекомых. Есть самоопыляющиеся виды. Завязь или верхняя, или средняя, или нижняя. Части цветка расположены на цветоложе кругами, по его краю. Плоды — листовки, семянки, орешки, костянки и др.

В семействе насчитывается около 3000 видов. Широко распространены в СССР. Большинство видов плодовых и ягодных растений в умеренном климате (яблоня, груша, вишня, слива, абрикос, малина и др.) принадлежат к этому семейству. Это обширное семейство делят на следующие четыре подсемейства: спирейные, розовые, яблоневые и сливовые. Представитель подсемейства спирейных — спирей, или таволга. Представителями подсемейства розовых являются шиповник, или роза, малина, земляника, лапчатка и кровохлебка.

272. Малина (*Rubus idaeus*).

- 1 — ветвь;
 2 — продольный разрез
 цветка;
 3 — продольный разрез
 плода;
 а — цветоложе.



ка. Представители подсемейства яблоневых — яблоня, груша, айва, рябина, боярышник, мушмула, ирга. К представителям подсемейства сливовых относятся слива, терн, алыча, вишня, черешня, миндаль, абрикос, персик, черемуха, лавровишня.

Спирея средняя, или таволга средняя, — *Spiraea media* — кустарник. Листья простые, очередные, зубчатые. Цветки белые, собраны в соцветия-щитки. Завязь верхняя. Плоды — сухие многосеменные листовки.

В СССР произрастает на северо-востоке Европейской части, в южных районах Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и в Средней Азии. Хорошо размножается семенами, корневыми отпрысками, отводками, зелеными черенками.

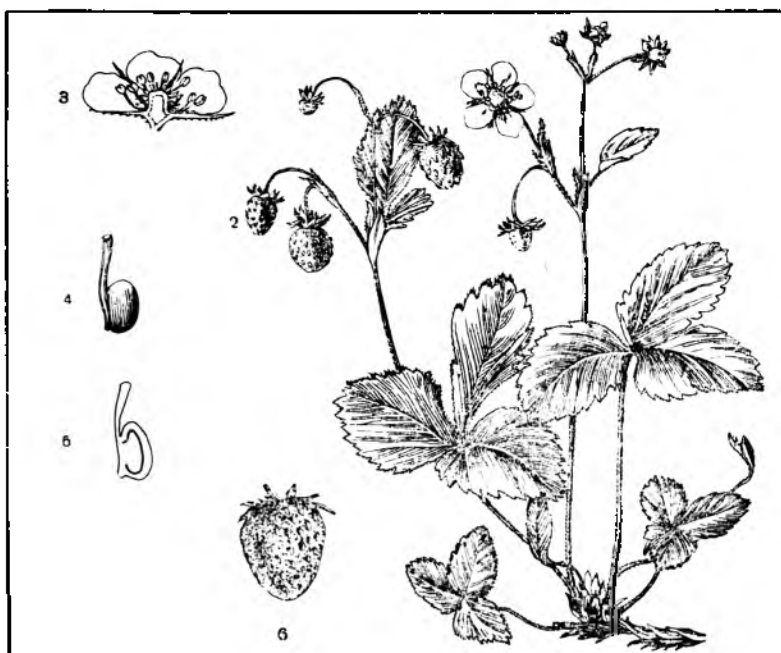
Применяется спирея средняя и другие виды спиреи (в СССР известно 22 вида) для живых изгородей, как декоративное растение. Хороший медонос.

Малина обыкновенная — *Rubus idaeus* (рис. 272) — полукустарник. Имеет корневище, которое ежегодно образует побеги, цветущие и плодоносящие на второй год и после плодоношения отмирающие. Стебли имеют тонкие шипы. Листья непарноперистые, верхние тройчатые и нижние с 5—7 листочками. С верхней стороны листья зеленые, а с нижней — покрыты белым войлоком. Цветет в июне — июле. Цветки белые, обоеполые, собранные в поникающих соцветиях-кистях. Чашечка пятираздельная. Лепестков 5. Тычинок много. На выпуклом цветоложе много свободных пестиков. Плоды красные, ароматные, сладкие. Созревшие плоды легко отделяются от конически выпуклого цветоложа. Плод — сборная шаровидная костянка.

В СССР растет дико, преимущественно в лесной зоне Европейской части, на Кавказе, в горах Средней Азии и в Си-

273. Земляника (*Fragaria vesca*).

- 1 — растение с цветками и плодами (2);
 3 — продольный разрез цветка;
 4 — пестик;
 5 — продольный разрез пестика;
 6 — ложный плод.



бири, доходя на восток до Байкала, в лесах, по горам, кустарникам и разводится в садах. В садах культивируют сорта, имеющие красную, желтую и сизую окраску плодов.

Плоды малины содержат лимонную и яблочную кислоты, сахара (до 3%), эфирное масло, витамин С, красящие вещества и др. Плоды малины обладают фитонцидной активностью; красные активнее желтых. Из плодов готовят сироп. Сушеные плоды лесной малины применяются в медицине как потогонное средство. Плоды культурных сортов малины употребляются в пищу в свежем виде, как варенье и в кондитерских изделиях.

Из других, близких к малине, видов в СССР распространены ежевика — *R. caesius*, имеющая черные блестящие плоды и много крепких шипов на стеблях; морошка — *R. chamaemorus*, низкорослое (не выше 15 см) травянистое многолетнее растение, имеющее белые цветки и желтые костянки; растет по болотам в северных областях СССР. Плоды морошки обладают фитонцидной активностью.

Земляника лесная — *Fragaria vesca* (рис. 273) — травянистое многолетнее растение высотой 5—30 см. Имеет короткое корневище. Из пазух прикорневых листьев развиваются длинные ползучие побеги — усы, укореняющиеся в узлах (см. рис. 83). Листья прикорневые с длинными черешками, тройчатые. Листочки сидячие, эллиптические, крупнозубчатые. Цветет в мае — июне. Цветонос наверху разветвляющийся. Цветоножка покрыта волосками, направленными вверх. Цветки до 20 мм в диаметре. Чашечка двойная, пятичленная. Венчик из 5 белых лепестков. Тычинок и пестиков много. Плод — яйцевидный, красный, ложный, сочный, душистый, состоящий из многих семян, наполовину погруженных в сочной мякоти цветоложа.

В СССР растет дико в лесной и лесостепной зонах Европейской части и Сибири (доходя на восток до Байкала),

274. Лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta*).

а также на Кавказе и в горах Тянь-Шаня, в лесах, на опушках. Известно 6 видов. Имеется много садовых крупноплодных сортов, часто ошибочно называемых клубникой.

Плоды земляники употребляются в свежем виде, как варенье и в кондитерских изделиях. Листья лесной земляники употребляются как заменитель чая. Настои плодов и листьев применяются в медицине как мочегонное средство, при авитаминозах и других заболеваниях. Плоды содержат лимонную, яблочную и хинную кислоты, сахар, дубильные вещества и др. и употребляются в народной медицине наряду с листьями. Листья и плоды земляники обладают антибактериальной активностью.

Есть другие виды земляники, например земляника восточная, распространенная в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке и близкая по своим качествам к землянике лесной.

Близким к землянике видом, широко распространенным в СССР, является клубника — *F. elatior*, отличающаяся от земляники по волоскам на цветоножке, которые направлены не вверх, а в стороны. Клубника имеет темно-красные плоды с мускатным ароматом и однополые (двудомные) цветки. Есть крупноплодные садовые сорта клубники.

Лапчатка прямостоячая, или калган, или узик, или дубровка, — *Potentilla erecta*, или *Tormentilla erecta*, или *Potentilla Tormentilla* (рис. 274), — многолетнее травянистое растение. Корневище толстое. Стебли поднимаются на высоту 15—20 см. Прикорневые листья черешковые, тройчатые или пятипальчатые; стеблевые листья сидячие, тройчатые, с двумя крупными прилистниками. Цветет в мае — августе. Цветки желтые, похожие на цветки лютика, одиночные, правильные. Чашечка двойная из 4+4 чашелистиков. Венчик из 4 раздельных лепестков. Тычинок много. Пестиков небольшое, но неопределенное количество, с верхней одногнездной завязью. Плод — многосемянка, состоящая из 5—12 семян.

В СССР произрастает в Европейской части, на Кавказе и в Западной Сибири, по лесным полянам, на лугах, на окраинах торфяных болот. Заготавливается в Белоруссии, в Баш-

275. Кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*).

Справа — соцветие.



кирской и Татарской АССР. Корневище богато (20—35%) дубильными веществами.

В медицине используется отвар из корневищ как вяжущее средство, а также в качестве наружного при кожных заболеваниях.

В народной медицине корневище применяется под названием «дикого калгана», или «завязного корня».

Кровохлебка лекарственная — *Sanguisorba officinalis* (рис. 275) — травянистое многолетнее растение высотой до 1 м. Корневище толстое. Стебель гладкий, ребристый, голый. Листья в прикорневой розетке длинночерешковые, непарноперистые, стеблевые — сидячие, постепенно уменьшающиеся кверху. Цветет в июне — августе. Цветки мелкие, кроваво-красные, собранные на длинных цветоносах в соцветия — продолговатые головки. Околоцветник простой, четырехраздельный. Тычинок 4. Плод — семянка.

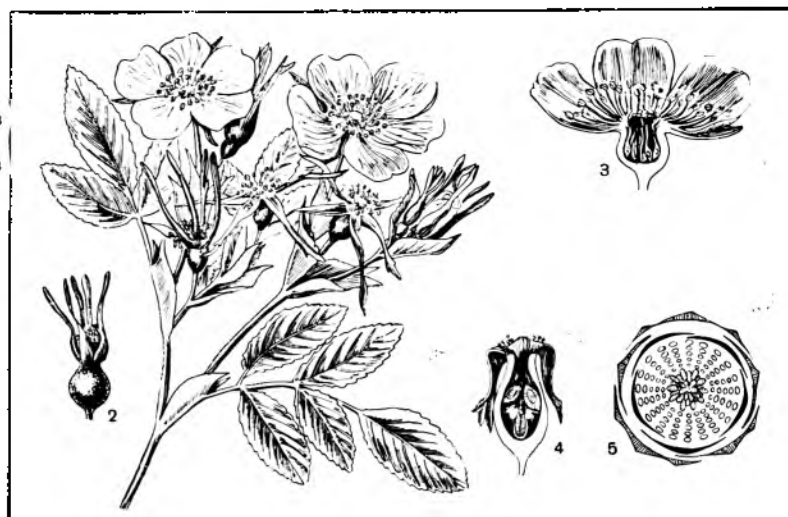
В СССР растет повсеместно, на поемных и суходольных лугах, в лесах, на опушках, по окраинам болот.

В корневище кровохлебки много (10—25%) дубильных веществ. Используется в медицине как вяжущее, кровоостанавливающее и бактерицидное средство, а в ветеринарии — как глистогонное и при болезнях кишечника. Препараты кровохлебки (экстракты и др.) производятся в промышленных масштабах.

Шиповник коричный, или роза коричная, — *Rosa sinpatomea* (рис. 276) — кустарник высотой 1—1,5 м. Побеги покрыты шипами. Листья сложные, непарноперистые, с 5—7 продолговатоэллиптическими листочками. Цветет в мае — июле. Цветки 3—5 см в диаметре, с ланцетовидными прицветниками, одиночные, часто душистые. Чашечка из 5 чашелистиков, которые длиннее лепестков. Венчик из 5 раздельных лепестков розового или красного цвета, широкояйцевидной формы. Цветоложе вогнуто. На дне цветоложа много свободных одногнездных пестиков, каждый с одной семязачкой. Формула цветка: $*C_5C_5A_{\infty} \overline{G}_{\infty}$. «Плод» ложный и сборный ягодообразный, красный или оранжевый, содержащий много семян.

276. Шиповник (*Rosa*).

- 1 — ветвь;
2 — плод (ложный);
3 — продольный разрез
цветка;
4 — продольный разрез
плода;
5 — диаграмма.



В СССР растет дико в лесной и лесостепной зонах Европейской части, Западной Сибири и Казахстана, по речным поймам, лугам, в лесах в качестве подлеска и оврагах. Культивируется как витаминное, лекарственное и декоративное растение.

В медицине применяется при авитаминозах. «Плоды» шиповника содержат много витамина С, а также витамины В₂, К, Р, Е и провитамин А и являются главным сырьем для добывания витамина С.

Лепестки некоторых видов роз (роза дамасская — *R. damascena*, роза центифолна — *R. centifolia*, роза французская — *R. gallica* и роза белая — *R. alba*) богаты эфирным маслом настолько, что являются сырьем в эфиромасличном производстве. Для получения очень ценного эфирного розового масла они возделываются в Крыму, Молдавской ССР, на Кавказе, на юге Средней Азии. Экстракт из плодов розы собачьей — *R. canina* (холосос) — применяется как желчегонное средство при холециститах и гепатитах. Кроме того, роза собачья как нетребовательное к почве морозоустойчивое и засухоустойчивое растение пригодна для защитных лесных насаждений. Из шиповников выведены широко известные махровые декоративные розы.

Айва продолговатая — *Cydonia oblonga* (*C. vulgaris*) — дерево или кустарник высотой 2—8 м. Молодые побеги имеют шерстистоволочное опушение. Листья очередные, цельные, эллиптические, сверху темно-зеленые. Цветет в мае — июне. Цветки розоватые, одиночные, правильные, обоеполые. Самоопыляется. Чашелистиков и лепестков по 5. Тычинок 15—25. Пестик один. Завязь нижняя, имеет 5 гнезд, с 15—20 семечками в каждом. Плодоносит в сентябре — ноябре. Плод ложный — «яблоко», на верхнем конце слегка ребристый, желтый, покрытый мельчайшими волосками; мякоть плода ароматная, малосочная, содержит много каменистых клеток. Плод культурных форм достигает 15 см в поперечнике. Семена ослизняются и слипаются в комочки, имеют красноватую окраску.

В СССР растет дико в Азербайджане, Дагестане и в Туркмении на лесных полянах, по берегам водоемов, в культуре —

на Кавказе, в Крыму, Средней Азии и на юге Европейской части.

В садоводстве используется как подвой для плодовых пород. Плоды употребляются в кондитерской промышленности. В медицине семена айвы (в виде отвара) используются для получения слизи, применяемой в качестве обволакивающего средства.

Груша обыкновенная — *Pirus communis* — ценное плодовое дерево. Листья очередные, цельные, пильчатые. Прилистники рано опадают. Цветет весной. Опыляется насекомыми. Цветки белые (а в бутоне розовые) с неприятным запахом. Цветы собраны в соцветия-щитки. В отличие от яблони в соцветии первым зацветает самый нижний цветок. Формула цветка: $*C_{a5}C_{o5}A_{\infty}G_{(5)}$. Тычинки расположены тремя кругами. Пыльники лилово-красные. Пестик один с 5 столбиками. Столбики раздельные. Завязь, сросшаяся с цветоложем. Плод крупный ложный, многосеменной, с остатками чашечки на верхушке. В мякоти плода имеются каменистые клетки. Плод ароматичен.

В СССР растет дико в лесах Европейской части, Кавказа, Крыма, Ферганы, западного Тянь-Шаня. Рекомендуются для полезащитных лесных насаждений. В культуре известно много сортов. И. В. Мичуриным выведены десятки новых замечательных сортов груш. Груша по сравнению с яблоней менее морозостойкая и потому разводится несколько южнее яблони.

Плоды в зависимости от сорта содержат от 5 до 16% сахаров, от 0,1 до 1% органических кислот. Употребляются в свежем, сушеном и консервированном виде; идут на приготовление цукатов, пастилы, мармелада и различных напитков. Древесина некоторых видов груш используется в столярном деле и для производства музыкальных инструментов.

Другими близкими к груше обыкновенной являются виды, дико произрастающие в лесах, мелкоплодные, часто имеющие колючки деревья и кустарники. Эти дикие виды груши используются плодоводами-селекционерами для гибридизации как зимостойкие виды. Иволжистая груша сажается как закрепитель песков.

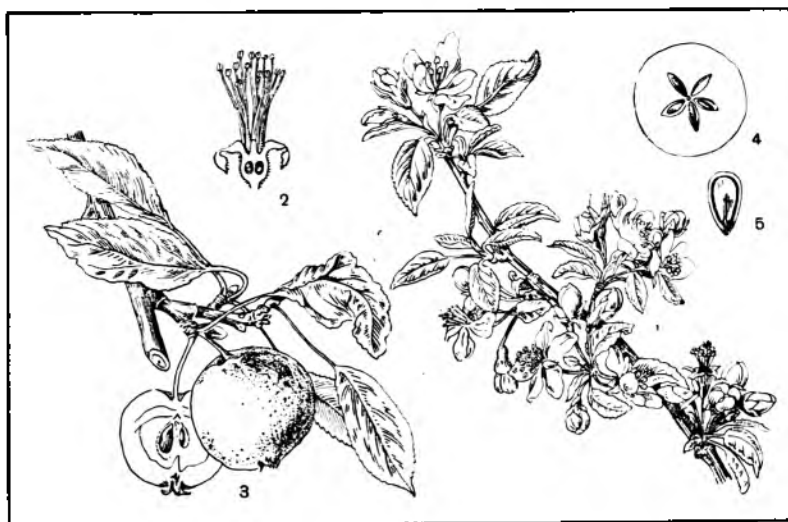
Яблоня домашняя — *Malus domestica* (рис. 277) — широко распространенное ценное плодовое дерево. Цветет в мае — июне. Цветки обоеполые, собранные в соцветия-щитки. Цветки розовые или белые. Расцветают после появления листьев. В отличие от груши в соцветии первым расцветает самый верхний цветок. Чашелистиков и лепестков по пять. Тычинок 20—50. Пестик один, с нижней завязью, имеет 5 столбиков, сросшихся с вогнутым цветоложем. Плод — ложный, многосеменной, крупный. В мякоти плода каменистых клеток нет. Плод ароматичен. На верхушке его имеются остатки чашечки.

В СССР дико растет 10 видов в Средней Азии и на Кавказе. В культуре растет по всей территории СССР как важнейшее плодовое дерево умеренных широт; известны сотни сортов яблони. И. В. Мичуриным выведены десятки новых отличных сортов яблони для средней полосы СССР.

Плоды содержат, в зависимости от сорта, от 5 до 15% сахара, яблочную и лимонную кислоты (0,2—1,3%), пектин, белковые вещества, витамины А, В, С. Употребляются в свежем виде и в разнообразных кондитерских изделиях (варенье, повидло, джем, пастила, соки и др.).

277. Яблоня (*Malus domestica*).

- 1 — ветвь;
 2 — продольный разрез
 цветка (лепестки обор-
 ваны);
 3 — плоды (один плод
 в продольном разрезе);
 4 — поперечный разрез
 плода;
 5 — семя.



Близкими дикими мелкоплодными видами являются: низкорослая яблоня — *M. pumila*, яблоня лесная, или кислица — *M. silvestris*, яблоня сибирская — *M. Pallasiana*, яблоня китайская, или китайка, — *M. prunifolia*, яблоня райская, или яблоня ягодная, — *M. baccata*.

Рябина обыкновенная — *Sorbus aucuparia* — дерево высотой 4—6 м или кустарник. Листья очередные, непарноперистые, с прилистниками. Листочки продолговатые. Цветет в мае — июне. Цветки собраны в соцветиях, щитковидных метелках до 10 см в поперечнике. Цветки правильные, 8—15 мм в диаметре, обоеполые, белые, с неприятным запахом. Чашелистиков и лепестков по 5. Тычинок 15—25. Плод мелкий (до 1 см в поперечнике), красный, округлый, ложная костянка. Плоды съедобны (особенно после заморозков); вкус плода вяжущий. Плоды содержат сахар, яблочную кислоту, дубильные вещества, каротин и др.

В СССР растет дико в лесной и лесостепной зонах Европейской части и в лесах Кавказа, по опушкам, вырубкам и в приречных зарослях. Рекомендуется для полезационных лесных насаждений. Разводится в садах. И. В. Мичурин вывел 5 десертных сортов.

Плоды богаты каротином и потому применяются в медицине при авитаминозах. Плоды используются также в кондитерском производстве (мармелад, пастила, настойки, заменитель чая и т. п.).

Боярышник кроваво-красный — *Crataegus sanguinea* — кустарник или дерево высотой до 5 м, часто с колючками на ветвях. Побеги красноватые, блестящие. Листья очередные, черешковые, широкоэллиптические, трех- или семилопастные. Прилистники серповидные или кососерповидные. Цветет в мае — июне. Цветки белые, обоеполые, собранные в соцветиях-щитках. Чашелистиков 5. Лепестков 5. Тычинок 20, с пурпуровыми пыльниками. Пестик с нижней завязью. Плод красный, мелкий (6—8 мм в диаметре), яблокообразный, с 2—5 косточками, с мучнистой мякотью. Плоды съедобны.

В СССР растет в лесостепной и южной частях лесной зоны Сибири, на востоке Европейской части и в Восточном Казахстане, по лесным опушкам и берегам рек. Разводят боярышник кроваво-красный в парках как декоративное растение и как живую изгородь.

Плоды (жидкий экстракт) и цветы (настойка) боярышника используются в медицине. Известны и другие виды боярышника.

К подсемейству яблоневых также относятся мушмула — *Mespilus* — и ирга — *Amelanchier*. Это кустарники. В СССР растут дико на Кавказе, в Крыму. Разводятся в садах. Поскольку растения морозостойкие, растут на Крайнем Севере. Плоды употребляются в свежем и сушеном виде и используются в кондитерском производстве (варенье, пастила, консервы, вино и др.). Ирга в плодоводстве применяется как подвой для яблонь.

Слива домашняя, садовая — *Prunus domestica* — культурное дерево, достигающее 12 м высоты. Листья очередные, цельные, с городчатопильчатым краем. Цветет до распускания листьев. Цветки на цветоножках, обычно растут по два, белые, правильные, околопестичные. Чашелистиков и лепестков по 5. Тычинок много. Пестик один с одним столбиком. Цветоложе вогнутое, но не срастающееся с завязью. Семяпочек 1—2, но развивается одна. Плод — костянка, яйцевидной формы, синий, покрытый сизым восковым налетом, редко желтый или красноватый, свисающий на плодоножке. Косточка часто лежит в плоде свободно, сплюснутая, яйцевидная.

В СССР распространена повсеместно, преимущественно в средней и южной полосах, в садах. В диком состоянии неизвестна; на Кавказе растет не дикая, а одичавшая культурная слива. И. В. Мичуриным выведено тринадцать сортов сливы.

Плоды используются в свежем и сушеном виде и в кондитерском производстве (варенье, джем, компот, наливка, замораживание и т. п.). В семенах содержится гликозид амигдалин, при разложении которого образуется ядовитая синильная кислота.

В СССР известно 5 видов сливы. Из них широко распространены терн и алыча. Терн, или терновник, — *P. spinosa* — кустарник, очень колючий, достигающий 3 м высоты; листья продолговатоэллиптические. Цветет в апреле — мае. Цветки белые, одиночные, расцветают раньше листьев. Плоды — прямостоячие, мелкие, шаровидные, терпкие на вкус костянки.

В СССР растет дико в степях, балках, лесах в средней и южной полосах Европейской части, в Западной Сибири, на Кавказе.

Плоды малосъедобны; после заморозка съедобны. Используются для наливок. И. В. Мичурин вывел десертные сорта терна: «Терн сладкий» и «Терн десертный». В народной медицине применяются цветы как послабляющее средство, ягоды — как вяжущее, корни и древесина — как патогонное, кора — как жаропонижающее.

Алыча — *P. divaricata* — дерево с колючками, достигающее 8 м высоты, или высокий кустарник. Цветки одиночные белые. Плоды — костянки, желтые, красные, синие, шарообразные или эллиптические на понижших плодоножках, очень кислые.

В СССР распространена в диком и культурном виде в горных лесах Средней Азии и Кавказа. Ежегодно собирают тысячи тонн плодов.

Плоды используются в кондитерском производстве (варенье, повидло и т. п.). Сок плодов алычи применяется в медицине как противогинготное средство. Рекомендуются для защитных лесных насаждений на юге Европейской части СССР. Является хорошим подвоем для сливы, персика, абрикоса и др.

Вишня обыкновенная — *Cerasus vulgaris* — дерево или кустарник высотой 3—7 м, иногда дающее корневые отпрыски. Ствол красноватый. При ранении из ствола выделяется камедь, называемая вишневым клеем. Листья черешковые, эллиптические, по краям городчатозубчатые, снизу более светлые. Цветет в апреле — мае до появления листьев. Цветки белые по 2—4 в зонтиковидных соцветиях. Цветоножки длинные. Формула цветка: $*C_5C_5A_{\infty}G_1$. Пестик с одногнездной свободной завязью и щитовидным рыльцем. Плод — шаровидная костянка темно-красного цвета с сочной кисло-сладкой мякотью, небольшая (1—2 см в поперечнике), на свисающей плодоножке. Косточка шарообразная.

В СССР разводится в средней, южной и северной (до широты Вологды) полосах Европейской части СССР, в Западной Сибири и Средней Азии. На юге встречается в одичавшем состоянии. И. В. Мичуриным выведено 28 сортов вишни, черешни и их гибридов.

Плоды используются для еды в свежем и сушеном виде, а также в кондитерском производстве (сироп, варенье, компот, конфеты, наливка, замораживание и т. п.). В медицине применяется сироп вишневый для улучшения вкуса микстур. Семена вишни ядовиты, так как содержат глюкозид амигдалин.

Близким к вишне обыкновенной видом является черешня — *S. avium* — дерево, достигающее 25 м высоты. Ствол серый. Плоды у дикой черешни мелкие, черные, горькие; плоды у культурных сортов черешни крупные, розовые, красные, желтые и сладкие.

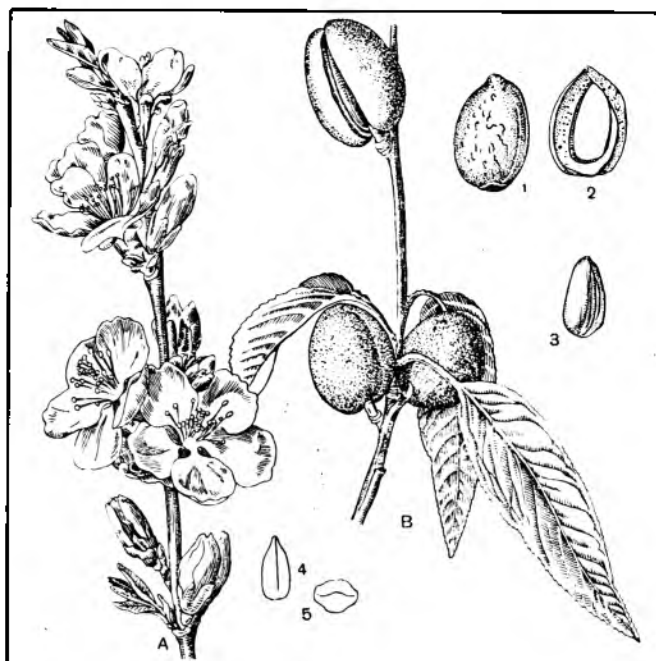
В СССР дико растет черешня на юго-западе УССР, в Молдавской ССР, в горах Кавказа. Культивируется в южной полосе СССР.

Миндаль обыкновенный — *Amygdalus communis* (рис. 278) — дерево, достигающее 6—8 м высоты. Побеги голые, красновато-коричневые. Листья очередные, простые, ланцетные, черешковые, по краю пильчатозубчатые, с опадающими прилистниками. Цветет до распускания листьев, в феврале — апреле. Цветки на очень коротких цветоножках, одиночные, розовые или белые. Цветки правильные. Чашелистиков и лепестков по 5. Тычинок много. Пестик один. Завязь средняя, одногнездная. Столбик один. Плод — костянка, яйцевидная, сжатая с боков, буровато-зеленоватая, опушенная, имеющая вместо мясистой сочной, кожистую, несъедобную мякоть. Косточка с ямками на поверхности, легко раздавливаемая. Семя сладкое или горькое в зависимости от разновидности. В семенах содержится 45—62% жирного масла.

В СССР в диком состоянии миндаль растет в Туркменской ССР, в горах Копет-Даг, Западном Тянь-Шане, на юге Азербайджана (Карабах), на южных каменистых склонах гор; разводится на Кавказе, в Крыму и Средней Азии.

278. Миндаль (*Amygdalus communis*).

А — цветущая ветвь;
 В — ветвь с плодами;
 1 — косточка;
 2 — продольный разрез
 косточки;
 3, 4, 5 — семена;



Семена сладкого миндаля съедобны; они называются «миндалем очищенным», а косточки миндаля — «миндальными орехами» или «миндалем». Семена используются в кондитерском производстве (пирожные, марципан, миндальное молоко и т. п.) и для изготовления миндальной эмульсии (слабительное) и миндальных отрубей (смягчающих и очищающих кожу лица). Семена горького миндаля ядовиты потому, что содержат ядовитый гликозид амигдалин, который, разлагаясь, дает синильную кислоту. Семена применяются в медицине для приготовления горькоминдальной воды, назначаемой при болях в желудке и кишечнике.

Абрикос обыкновенный — *Armeniaca vulgaris* — дерево с развесистой кроной. Старый ствол имеет корку с многочисленными продольными трещинами. Листья очередные, с длинными черешками. Цветки распускаются раньше листьев, в марте — апреле. Лепестки белые или розовые. Цветки на очень коротких цветоножках. Тычинок 25—45. Плод — костянка, округлая, с продольной бороздкой, желтого или оранжевого цвета, бархатистоопушенная, ароматная, сочная. Косточка в плоде свободная.

В СССР в диком состоянии (3 вида) растет на южных склонах Тянь-Шаня (на высоте 500—1200 м над уровнем моря); разводится в Средней Азии, на Кавказе и на юге Европейской части СССР. И. В. Мичуриным выведено 8 сортов абрикосов.

Плоды употребляются в свежем и сушеном виде. Высушенные, окуренные серой плоды являются ценным пищевым продуктом, называемым курагой (без косточки) и урюком (с косточкой). Плоды используются в кондитерском производстве (варенье, компот, джем, пат, ликер и т. п.). Семена ядовиты, так как содержат гликозид амигдалин. В медицине используется жирное масло из семян абрикоса, заменяющее

миндальное масло, и камедь, выделяющаяся на поверхности стволов и ветвей. Рекомендуется для полезащитных лесных насаждений на юге.

Персик обыкновенный — *Persica vulgaris* — ценное плодое дерево высотой 3—5 м, очень сходное с абрикосом. Отличается от абрикоса тем, что имеет ярко-розовые крупные цветки, зеленоватые с румянцем на одной стороне плоды, сростающуюся с мякотью плода косточку с глубоко-морщинистой поверхностью.

Известен только в культурном состоянии. Разводится на юге Европейской части СССР, главным образом в Средней Азии, Крыму, на Кавказе и в Молдавии.

Используется персик в хозяйстве и в медицине, как и абрикос. Сушеный персик называется «шепталой».

Черемуха обыкновенная — *Radus gasemosa*, или *Prunus radus* — дерево высотой 2—10 м. Листья очередные, эллиптические. Цветет в мае — июне. Цветки белые, ароматные (букет черемухи в комнате своим сильным запахом вызывает у человека головную боль), собранные в соцветия-кисти, свисающие вниз, длиной 8—12 см. Цветки обоеполые, правильные. Плод — костянка, шаровидная, 7—8 мм в диаметре, черная, съедобная, сильно вяжущего вкуса.

В СССР распространена повсеместно, особенно на севере, по берегам рек, по лесным опушкам.

Из сушеных плодов черемухи готовят «черемуховую муку», используемую в кондитерском производстве. Плоды черемухи используются и в ликерно-водочном производстве. В медицине плоды применяются как вяжущее, противопоносное средство.

Лавровишня лекарственная — *Laurocerasus officinalis*, или *Prunus laurocerasus* — кустарник или дерево, достигающее 3 м высоты, вечнозеленое. Листья очередные, короткочерешковые, продолговатоэллиптические, глянцевые, кожистые, ядовитые. Цветет в апреле — мае. Цветки мелкие, белые, собраны в соцветия-кисти. Плод — костянка, яйцевидный, мелкий, черный, глянцевый, съедобный.

В СССР в диком состоянии растет в лесах Западной Грузии.

В медицине применяются листья лавровишни, из которых готовится лавровишневая вода, болеутоляющая и успокаивающая нервную систему. Красноватая твердая древесина лавровишни применяется в столярном и токарном производствах.

У представителей семейств этого порядка цветков является более совершенным, чем у рассмотренного выше родственного порядка розоцветных. Приводим лишь некоторые семейства этого порядка.

Семейство смородиновые — *Ribesiaceae* — кустарники; цветки пятичленные; завязь нижняя.

Смородина черная — *Ribes nigrum* — кустарник, достигающий 150 см высоты. Листья очередные, пальчатолопастные с пильчатым краем, довольно крупные (до 10 см длины), черешковые, сверху голые, снизу по жилкам опушенные, имеют запах. Лопасты, в числе 3—5, широкоотреугольные. Цветет в мае — июне. Цветки, в числе 5—10, собраны в соцветие, поникшую кисть. Цветки правильные пятичленные. Тычинок 5. Завязь нижняя, одногнездная. Плод — ягода черного или бурого цвета, довольно крупная, душистая, около 8 мм в диаметре.

Порядок
Кунониевые —
Cunoniales

Семейство
Смородиновые

В СССР растет дико в лесной зоне, по сырым местам и широко разводится в садах.

Лекарственное значение имеют молодые листья. В медицине применяется чай из листьев, отвар ягод. Ягоды черной смородины употребляются в сыром виде и как варенье, используются в кондитерском и ликерном производствах.

К черной смородине близки виды: смородина красная — *R. rubrum*, смородина обыкновенная — *R. vulgaris* и др., также разводимые в садах из-за вкусных ягод.

Семейство
Крыжовниковые

Семейство крыжовниковые — *Grossulariaceae*.

Крыжовник отклоненный — *Grossularia reclinata* — кустарник. Побеги покрыты шипами. Цветки обоеполые. Распространен в культуре.

Порядок
Камнеломко-
цветные —
Saxifragales
Семейство
Росняковые

Семейство росняковые — *Droseraceae* (см. рис. 111 и 112) — травянистое многолетнее растение высотой 10—25 см. Листья собраны в прикорневой розетке, почти лежат на почве, имеют округлую пластинку диаметром 0,4—1 см и черешок длиной 1—7 см. Верхняя поверхность листовой пластинки имеет много красноватых головчатых железистых волосков, достигающих 5 мм длины и выделяющих клейкую слизь. Когда насекомое сядет на лист, волоски изгибаются и окружают его, затем выделяют пищеварительные энзимы, которые растворяют тело насекомого. Таким образом, роснянка является насекомоядным растением. Цветет в июне — августе. На 1—3 цветочных красноватых стрелках имеется по 10—20 мелких белых цветков, собранных в соцветии — однобокой кисти. Чашечка колокольчатая, пятираздельная. Венчик белый пятилопастный. Тычинок 5. Пестик с верхней одногнездной завязью. Плод — вытянутая коробочка.

Произрастает по всей территории (кроме юга) Европейской части СССР, в Сибири, на Дальнем Востоке, на сфагновых болотах и торфяниках, сырых песках.

В медицине применяется надземная часть растения («трава»).

Порядок
Бобовоцветные —
Leguminosales

Порядок произошел, в процессе эволюции, от порядка розоцветных. В порядке бобовых можно проследить эволюцию всех органов растения — от неопределенного количества тычинок к определенному, от правильного цветка к неправильному и т. д. Видам этого порядка свойственны клубеньки на корнях — симбиоз с клубеньковыми бактериями.

Порядок состоит из трех семейств: мимозовых, цезальпиниевых и мотыльковых. В нем насчитывается около 12 000 видов (некоторые систематики насчитывают 15 000 видов).

Семейство
Мимозовые

Семейство мимозовые — *Mimosaceae* — деревья, кустарники и, реже, травы. Цветки правильные. Околоцветник состоит из 4—5 членов, более или менее сросшихся. К семейству относятся акации, мимозы и др.

Акация подбеленная — *Acacia dealbata* — вечнозеленое быстрорастущее дерево (10—12 м высоты). Листья очередные, дваждыпарноперистые, опушенные. Цветет с конца февраля до середины апреля. Цветки желтые, мелкие, душистые, собраны по 20—30 в шаровидные головки, достигающие 8 мм в диаметре. Головки — в кистевидных вторичных соцветиях. Много длинных, торчащих из цветка, тычинок. У основания тычинок — нектарники. Пестик один. Опыляются насекомыми.

Плод — боб, плоский, четкообразный, фиолетово-коричневого цвета.

В СССР разводится на Черноморском побережье Кавказа. Цветущие ветви этого дерева продаются в крупных городах в феврале — марте под названием «мимоза».

В коре содержит дубильные вещества. Твердая древесина дерева применяется в технике и для выработки высших сортов бумаги. Раствор камеди, выделяющейся из трещин стволов и ветвей, применяется в медицине в качестве обволакивающего средства. Камедь заменяет клей гуммиарабик.

Некоторые виды акаций из трещин в коре выделяют камедь, называемую гуммиарабиком и применяемую в технике и медицине. Некоторые виды в коре содержат много дубильных веществ и являются сырьем для добывания их.

Мимоза стыдливая — *Mimosa pudica* — интересна движением сложных перистых листьев. Листочки при прикосновении к ним складываются вместе и весь лист наклоняется вниз. Это обуславливается тем, что листочки прикрепляются к черешку и лист к ветке посредством особых сочленений, движущих листьев.

Семейство
Цезальпиниевые

Семейство цезальпиниевые — *Caesalpinaceae* — деревья и кустарники. Цветки частично зигоморфные. К этому семейству относятся кассия и гледичия.

Кассия остролистная, или сенна остролистная, — *Cassia acutifolia* (рис. 279) — полукустарник, достигающий 1 м высоты. Стебель ветвистый, нижние ветви почти стелются по земле. Листья ланцетные. Цветет в июне—сентябре. Цветки желтые, зигоморфные, собраны в соцветия-кисти. Цветок немного неправильный. Околоцветник состоит из 5 чашелистиков и 5 неравных лепестков. Свободных неравных тычинок 10. Пестик один, изогнутый, с длинным столбиком. Завязь верхняя одногнездная. Плод — боб, плоский, бурый, длиной 3—5 см. Семена плоские, морщинистые.

В СССР разводится в Средней Азии как однолетняя культура на поливных землях.

Настои высушенных листьев и плодов применяются в медицине под названием «александрійского листа» или «александрійских стручков» как слабительное средство.

Гледичия обыкновенная, или гледичия трехколючковая, *Gleditschia triacanthos* — дерево высотой до 40 м. На стволе и ветвях — длинные (до 30 см) простые или ветвистые колючки (есть разновидность, почти не имеющая колючек). Листья очередные, парноперистые или дваждыпарноперистые. Листочки (8—17 пар) ланцетовидные. Цветет в мае—июле. Цветки однополые, редко обоеполые, зеленоватые, душистые, собранные в соцветия-кисти. Чашечка имеет 3—5 чашелистиков, венчик — 3—5 лепестков. Тычинок 6—10. Пестик с верхней завязью. Плод — боб (до 50 см длины).

Разводится в южных районах Европейской части СССР, на Кавказе и Средней Азии.

В медицине при лечении желудочно-кишечного тракта применяется алкалоид трикантин, получаемый из молодых листьев. Алкалоид антраглюкозид, содержащийся в створках бобов, является слабительным. Гледичия рекомендуется для защитных лесных полос, для живых изгородей; разводится в парках как декоративное растение. Гледичия медоносна.

Семейство
Мотыльковые

Семейство мотыльковые — *Papilionaceae* — травы, кустарники и деревья. Листья очередные, чаще всего сложные, с прилистниками. Цветки в соцветиях, реже одиночные, неправильные, реже правильные. Чашелистиков 5, свободных

279. Кассия остролистная (*Cassia acutifolia*).

А — ветвь с цветками
и плодами;
справа — плоды.



или сросшихся. Лепестков 5, тычинок 10, свободных либо целиком или частично сросшихся нитями в трубку. Плодолистник один. Завязь верхняя, одногнездная. Плод — боб. Семя с мясистыми семядолями.

К семейству мотыльковых относится около 6000 видов, в том числе горох, фасоль, бобы, соя, чечевица, маш, чина, нут, арахис, клевер, люцерна, вика, донник, термопсис, солодка, галега, астрагал, белая лежакация и др.

Термопсис ланцетный, или мышатник, или термопсис ланцетовидный, или пьяная трава, — *Thermopsis lanceolata* (рис. 280) — травянистое многолетнее ядовитое растение. Имеет длинное разветвленное корневище. Стебель прямостоячий, опушенный, высотой 10—40 см. Листья очередные, тройчатые, серовато-зеленые, листочки эллиптические, цельнокрайные. Черешки короткие. Прилистники крупные. Цветет в июне—июле. Цветки крупные, желтые, собраны в соцветия-кисти. Все 10 тычинок свободные. Плод — боб. Все растение очень ядовито, потому что содержит ядовитые алкалоиды термопсина, цитизин и др.

В СССР растет дико в степной и лесостепной зонах Сибири и Казахстана, по низменным солонцеватым и песчаным местам, в степях и предгорьях и как сорняк в посевах. Является опасным карантинным сорняком.

Настой, экстракт из надземной части растения применяются в медицине как отхаркивающее средство, прекрасно заменяя импортную ипекакуану и сенегу. Из семян мышатника добывают алкалоид цитизин, используемый в медицине для возбуждения дыхательного центра и повышения кровяного давления.

Донник лекарственный — *Melilotus officinalis* (рис. 281) — травянистое двулетнее растение. Имеет очень глубокий корень. Стебель ветвистый, высотой 50—200 см. Листья очередные, черешковые, тройчатые, по краю мелкозубчатые.

280. Мышатник (*Thermopsis lanceolata*).281. Дюник лекарственный (*Medicago officinalis*).

К рис. 280

- 1 — парус;
2 — лодочка;
3 — плод боб.

К рис. 281

- 1 — цветок;
2 — продольный разрез
завязи.



Прилистники шиловидные, цельнокрайние. Цветет в июне—сентябре. Цветки желтые, мелкие, душистые, собраны в соцветия-кисти, имеющие длинные цветоносы. Структура цветка подобна структуре цветка гороха. Плод — боб одно- или дусемянный, яйцевидный, голый, с шиловидным носиком, покрытый поперечными морщинками, нераскрывающийся.

В СССР растет дико повсеместно (кроме Крайнего Севера) в Европейской части, на Кавказе, в Средней Азии, в лесостепной и степной зонах Западной Сибири, на залежах, по оврагам, на пустырях, вдоль дорог. Является сорняком полей. Разводится как хорошая кормовая трава и хороший медонос.

Облиственные верхушки растений (трава) содержат пахучий кумарин (лактон оксикоричной кислоты) и потому добавляются для аромата к табаку. Высушенные листья и цветки используются в медицине для изготовления пластыря, который применяется как наружное раздражающее, отвлекающее и смягчительное средство. В народной медицине цветки используются для лечения нарывов и т. п.

Широко известны и такие представители семейства мотыльковых, как клевер красный — *Trifolium pratense* — и другие виды клевера, люцерна посевная — *Medicago sativa* — и другие виды люцерны, вика посевная — *Vicia sativa* и другие виды вики, лядвенец рогатый — *Lotus corniculatus*, люпин многолетний — *Lupinus polyphyllus* и многие другие. Все они являются очень ценными в сельском хозяйстве видами, поскольку высеваются как кормовые растения, а также (особенно люпин) как зеленое удобрение. Кроме того, соцветия (головки) красного клевера используются в народной медицине (в виде отвара).

Солодка голая, или солодка гладкая, или солодка железистая — *Glycyrrhiza glabra*, или *G. glandulifera* (рис. 282) — травянистое многолетнее растение. Имеет короткое толстое корневище, от которого отходят подземные побеги (столоны), и толстый корень, достигающий 4—5 м длины. Древесина корня и подземных побегов имеет желтую окраску и сладкий вкус, потому что содержит сахар и при-

282. Солодка голая (*Glycyrrhiza glabra*).

Слева — продольный
разрез плода.



торно сладкий глицерризин. Стебель прямостоячий, высотой 50—100 см, покрыт липкими волосками. Листья очередные, непарноперистые, опушенные липкими волосками, с мелкими прилистниками; листочки ланцетные, цельнокрайние. Цветет в июне—августе. Цветки светло-лиловые, собранные в соцветия-кисти. Структура цветка подобна структуре цветка гороха. Плод — боб, вытянутый, бурого цвета, с 2—8 семенами.

В СССР растет дико в степных и пустынных районах Средней Азии, Казахстана, Кавказа и юга Европейской части, на солонцеватых лугах, в солонцеватых степях и по берегам рек и каналов.

В медицине из высушенных солодковых (лакричных) корней и подземных побегов готовят слабительное и отхаркивающее средство и пилюльную массу. В последние годы в СССР открыли в солодке вещества, подобные кортикоидным гормонам. В пищевой промышленности солодовый корень используется для подслащивания. Кроме того, корень применяется для огнетушителей (его сапонины дают пену).

Близким к солодке голой видом является солодка уральская — *G. uralensis*, отличающаяся серповидно изогнутыми бобами. Солодка уральская используется так же, как и солодка голая.

Галега лекарственная, или козлятник лекарственный, — *Galega officinalis* (рис. 283) — травянистое многолетнее растение высотой 40—150 см. Имеет короткое корневище. Стебли густо покрыты листьями. Листья непарноперистые. Цветет в июне—августе. Цветки голубые, собраны в

283. Галега лекарственная (*Galega officinalis*).

Слева — соцветие,
справа — корневище.



соцветия-кисти. Венчик мотыльковый. Тычинок 10. Плод — многосеменной, вверх торчащий боб.

В СССР растет дико на Кавказе и в южных районах Европейской части, по берегам рек, по балкам и опушкам лесов.

Надземная часть растения содержит алкалоид галегин, применяемый при сахарном диабете. В народной медицине используется надземная часть растения (травы) и семена как мочегонное и потогонное средство, а также для усиления лактации.

Стальник полевой, или стальник пашенный, — *Ononis arvensis* — многолетнее травянистое растение. Имеет корневище. Стебель красно-бурого цвета, высотой 30—50 см. Нижние листья тройчатые, а верхние — простые. Цветет в июне—августе. Цветки розовые или белые, одиночные, обоеполые. Плод — боб яйцевидный.

В СССР растет дико в степной и лесостепной зонах и на Кавказе, на лугах, по берегам рек.

В медицине используется отвар из корней. Из листьев и стеблей добываются желтая и зеленая краски. Медоносное растение.

Астрагал шерстистоцветковый — *Astragalus dasycanthus* — кустарничек с толстыми ветвями, густо покрытыми колючками. Листья парноперистые. Цветет в июне—июле. Цветки расположены по всей длине годовалых ветвей, образуя колосовидные соцветия. Чашечка имеет 5 волосистых чашелистиков. Венчик мотыльковый желтый. В СССР произрастает в южных районах Европейской части.

В медицине используется трава в виде настойки как сердечно-сосудистое средство.

Горох культурный — *Pisum sativum* (рис. 284) — травянистое однолетнее растение. На корнях гороха, как и на корнях всех бобовых растений, живут в клубеньках азотфиксирующие бактерии. Стебель голый, зеленый, покрытый восковым налетом. Стебель цепляется за опору посредством усиков. Листья парноперистые, заканчивающиеся усиком. Прилистники стеблеобъемлющие, крупные, превышающие по

284. Горох (*Pisum sativum*).

- 1 — побег с листьями, цветами и плодами;
 2 — боб;
 3 — цветок;
 4 — продольный разрез цветка;
 5 — лепестки;
 а — парус;
 б — весла;
 в — лодочка;
 6 — тычинки вокруг пестика;
 7 — пестик;
 8 — семя, разрезанное пополам.



размерам листочки сложного листа. Цветки одиночные, белые, обоеполые, неправильные. Чашелистиков 5, сросшихся. Верхний самый крупный лепесток называется парусом, или флагом (см. рис. 284), два боковых — веслами, или крыльями, и два нижних, сросшихся частично, — лодочкой. Тычинок 10:9 сросшихся и 1 свободная. У основания тычинок — нектарник. Пестик один с вытянутой одногнездной верхней завязью. Тычинки и пестик скрыты в лодочке. Самоопыляется. Плод — боб, сжатый с боков. Семена шаровидные, с двумя крупными семядолями. Семена гороха, как и семена всех бобовых растений, богаты белковыми веществами.

В СССР произрастают два диких вида и один культурный, возделывающийся повсеместно. В пищу употребляются и недозрелые плоды (лопатка), и семена. Сорта луцильные дают семена. Сорта со сладкими семенами дают «зеленый горошек».

Близкими к гороху, сходными с ним и в такой же степени важными для питания человека видами являются фасоль обыкновенная — *Phaseolus vulgaris*, возделываемая в средней и южной полосах Европейской части СССР, на Кавказе, в Сибири и на Дальнем Востоке; маш — *Phaseolus mungo*, возделываемый в Средней Азии; боб конский, или русский, — *Vicia faba*, возделываемый главным образом на Украине и в Белоруссии, имеющий широкие крупные бобы и крупные плоские семена в них; соя культурная — *Glucine hispida*, возделываемая на юге Украины, на Кавказе, в Средней Азии и на Дальнем Востоке, содержащая в семенах до 47% белка и до 20% жирного масла, в связи с этим широко используемая в пищевой (мука, хлеб для больных диабетом, шоколад, колбаса, молоко, творог, сыр, соус, кофе) и лакокрасочной промышленности и для мыловарения; чечевица съедобная — *Lens esculenta*, возделываемая в СССР, преимущественно в Поволжье и на Кавказе; чина посев-

285. Крушина ломкая (*Frangula alnus*).

1 — цветок;
2, 3 — плод;
4—7 — семя.



ная — *Lathyrus sativus*, возделываемая в СССР и используемая в медицине; нут полевой — *Cicer arietinum*, возделываемый на Украине, в Средней Азии, на Кавказе, в Татарской АССР, имеющий крупные с клювиком семена коричневого или черного цвета, славящийся своей засухоустойчивостью; арахис подземный, или земляной орех, или китайский орех, — *Arachis hypogaea*, возделываемый в Закавказье, Средней Азии и, реже, в южных районах Европейской части СССР, содержащий в семенах до 53% жирного масла и поэтому широко используемый в пищевой промышленности и для мыловарения. В медицине арахисовое жирное масло применяется как основа для парентеральных лекарственных форм.

Широко известны также как декоративные растения, принадлежащие к семейству мотыльковых, белая акация, или белая лжеакация — *Robinia pseudoacacia*, распространенное в культуре на юге СССР дерево, цветущее в мае — июне белыми душистыми кистями, медоносное, рекомендуемое для поделзашитных лесных насаждений; желтая акация — *Caragana arborescens*, распространенный в СССР кустарник, дико растущий в Сибири; душистый горошек — *Lathyrus odoratus*, распространенное садовое растение и др.

Цветки четырехчленные, плодolistики сросшиеся, спайнолепестные. К порядку миртоцветные принадлежат семейства: гранатовые, лоховые, миртовые.

Семейство гранатовые — *Punicaceae* — в нашей флоре представлено единственным родом, гранатом — *Punica*.

Гранат, или гранатник, — *Punica granatum* — кустарник или дерево высотой 1,5—5 м. Листья супротивные или в пучках, эллиптические, блестящие, кожистые, цельнокрайние. Цветет в мае—августе. Цветки единичные или в пучках. Чашечка красноватая с 5 (реже с 6—9) лопастями. Венчик

Порядок
Миртоцветные —
Myrtales
Семейство
Гранатовые

красный с 5 лепестками. Тычинок много. Пестик из сросшихся плодолистиков, с нижней многогнездной завязью. Плод ягодообразный, до 15 см в диаметре, красный, содержащий до 700 красных сочных кисло-сладких семян («зерен»).

В СССР произрастает в Таджикистане, Закавказье и Дагестане по каменистым склонам, на прибрежных галечниках и песках. Разводится на Кавказе, в Средней Азии и Крыму.

Из коры стволов, ветвей и корней готовят препарат пельтерин с танином. Этот препарат и кора граната, а также корка плодов применяются в медицине как средство против ленточных глистов и при желудочно-кишечных расстройствах.

Семейство
Лоховые

Семейство лоховые — Elaeagnaceae — кустарники и небольшие деревья. Листья и молодые побеги покрыты волосками, имеющими форму чешуек или звездочек. В семействе насчитывается 16 видов. Типичным видом является облепиха. На Кавказе, в Закавказье и Средней Азии распространен вид лох, или джида, имеющий съедобные плоды.

Облепиха крушиновидная — *Hipporhaë rhamnoides* — кустарник или деревцо высотой до 6 м. Укороченные побеги заканчиваются колючкой. Листья очередные, линейные, цельнокрайние, длиной 2—8 см. Пластинка листа снизу буровато-белая от звездчатых чешуек. Цветет в апреле—мае. Цветки однополые двудомные. Тычиночные цветки собраны в коротких колосках, пестичные цветки — по 2—5 в пазухах веточек. Плод — шаровидная, оранжевая, ароматная костянка, длиной около 1 см.

В СССР произрастает в Забайкалье, Саянах, на Алтае, в Средней Азии и южных областях Казахстана, реже на Кавказе и в южных районах Европейской части; на песчано-галечных берегах водоемов. Разводится как витаминноносное и декоративное растение.

В медицине применяется жирное масло, добываемое из плодов (до 8%): внутрь — как болеутоляющее средство и наружно — при лучевых повреждениях кожи, ожогах и в гинекологической практике. Облепиховое масло назначается также при гипо- и авитаминозе А.

Порядок
Крушиноцветные —
Rhamnales
Семейство
Крушинные

К порядку крушиноцветные относятся такие семейства, как крушинные и виноградные.

Семейство крушинные — *Rhamnaceae* — деревья и кустарники. У некоторых видов верхушки ветвей развиваются в колючку. Листья простые с прилистниками, очередные или супротивные, овальные. Цветки мелкие, зеленовато-белые, правильные, обоеполые. Цветки — на цветоножках, в пазухах листьев. Чашелистиков, лепестков и тычинок по 4—5. Лепестки раздельные. У основания тычинок — нектарники. Пестик один: завязь верхняя (иногда средняя). Плод — костянка с 1—6 косточками. Сначала плод красный, а после созревания приобретает черный цвет. Типичными для семейства и ценными лекарственными растениями являются крушина ломкая и крушина слабительная.

Крушина ломкая, или крушина ольховидная, — *Rhamnus frangula*, или *Frangula alnus* (рис. 285) — кустарник или деревцо высотой 1—3 (иногда 7) м. Кора гладкая, испещренная поперечными светлыми чечевичками; на молодых ветвях кора глянцевая, красно-бурая, на старых — матовая, серо-бурая. Листья очередные, черешковые, эллиптические, к верхушке заостренные, цельнокрайние. Цветет в мае—июне. Цветки мелкие, около 1 см длины, зеленоватые, растут пуч-

ками в пазухах листьев. Тычинок 6. Пестик с верхней трехгнездной завязью. Плод — костянка с 3 косточками. Незрелая костянка красного цвета, зрелая — черная, блестящая.

В СССР растет дико во всей Европейской части, на Кавказе, Казахстане и южных районах Западной Сибири (до Алтая), в лесах, в подлеске, по окраинам болот и лугов.

Кора весеннего сбора в виде отвара и экстрактов применяется в медицине как слабительное.

Жостер слабительный, или крушина слабительная, или жостер — *Rhamnus cathartica* — кустарник или дерево, достигающее 1—3 (иногда 8) м высоты. Молодые ветви имеют блестящую красноватую кору и заканчиваются колючкой. Ветви супротивные. Листья супротивные, черешковые, округлояйцевидные, по краю мелкогородчатопильчатые. Цветет в мае—июне. Цветки мелкие, четырехчленные, двудомные, собраны пучками в пазухах листьев. Венчик зеленоватый, лепестки значительно короче беловатых чашелистиков. Пестик с верхней завязью. Плод костянкovidный, шарообразный, черный, блестящий, с 3—4 косточками.

В СССР произрастает в степной и южной частях лесной зоны Европейской части, Западной Сибири и Казахстана, на Кавказе и в юго-восточных горных районах Средней Азии, в степях, среди кустарников, в лиственных лесах, сухих приречных лугах.

Из плодов готовят отвар, настой и сухой экстракт, применяемый в медицине как мягко действующее слабительное средство. Из коры и ягод изготовляют красители для тканей желтого, красного и зеленого цвета. Кору применяют для дубления кож. Древесину используют для мелких поделок (особенно ценятся корневые наплывы).

Семейство Виноградные

Семейство виноградные — *Vitaceae* — деревянистые лианы, многолетние. Листья очередные, лопастные или пальчатосложные, с прилистниками. Имеются усики. Цветки мелкие, обоеполые или раздельнополые, в соцветии-метелке. Чашечка редуцирована. Венчик из 4—5 лепестков. Тычинок 5. Пестик один. Завязь верхняя. Между кругом тычинок и завязью — кольцевой нектарник. Плод — ягода. Семена с эндоспермом. Типичным представителем семейства является виноград культурный.

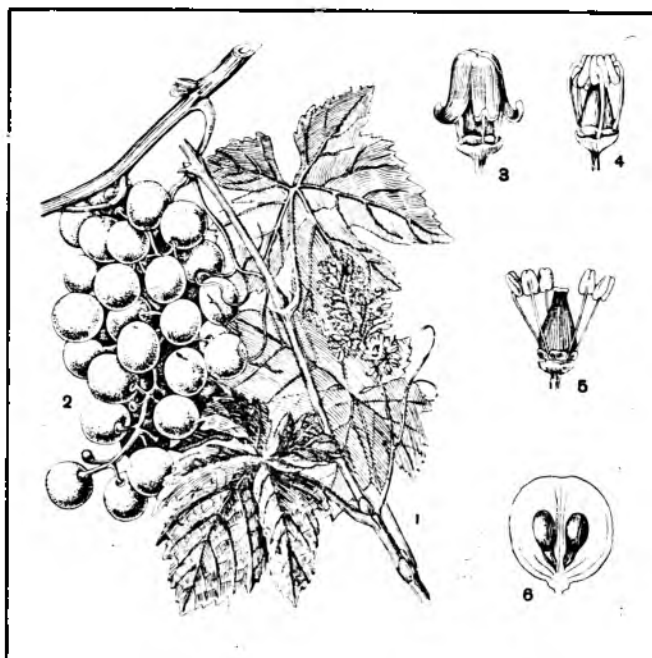
Виноград культурный — *Vitis vinifera* (рис. 286) — лиана, достигающая 40 м длины. Каждый усик расположен супротивно листу. Листья черешковые, трех- или пятилопастные либо рассеченные. Цветет в мае—июне. Соцветие — метелка. Цветки мелкие, многочисленные, с приятным запахом. Чашечка редуцирована. Венчик из 5 желтовато-зеленых лепестков; при расцветании цветка сбрасывается. Завязь двугнездная, с 2 семяпочками в каждом гнезде. Опыляется посредством насекомых. Кроме круга нектарников между тычинками и завязью, есть еще круг нектарников под чашечкой. Ягоды собраны в гроздья разной формы, величины и плотности. Ягоды в зависимости от сорта бывают разной формы, окраски и вкуса.

В СССР разводится в Средней Азии, Крыму, на Кавказе, в Азербайджане, Молдавской ССР, на юге Украины и на юге РСФСР. Иногда встречается в одичавшем состоянии.

Виноградные ягоды, кроме употребления их в пищу в свежем и сушеном (изюме) виде, идут на выработку лечебных, столовых и других вин. Сок винограда предупреждает развитие малокровия, рахита, полезен при лечении желудочно-ки-

286. Виноград культурный (*Vitis vinifera*).

- 1 — часть стебля с листьями, усиками и соцветием;
 2 — гроздь плодов;
 3 — распускающийся цветок;
 4, 5 — расцветший цветок;
 6 — продольный разрез ягоды.



шечных и прочих заболеваний. Ягоды винограда имеют фотонцидную активность. Темноокрашенные активнее светлоокрашенных.

Порядок
 Рутоцветные —
 Rutales
 Семейство
 Рутовые

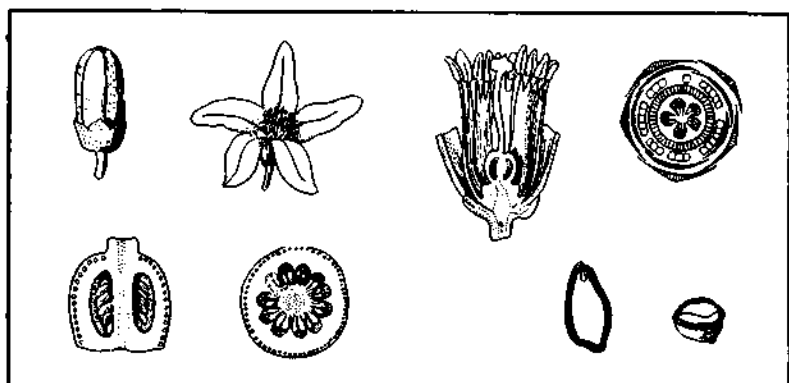
Семейство рутовые, или померанцевые, — Rutaceae — деревья, кустарники и травы. Некоторые виды имеют колючки. Листья очередные, реже супротивные, простые, реже — сложные, кожистые. В листьях и других вегетативных органах имеются вместилища с эфирным маслом. Цветки одиночные или собраны в соцветия, правильные пятичленные, белые или розоватые с двойным околоцветником (рис. 287). Чашелистиков и лепестков по 5, реже по 4. Цветки обоеполые. Тычинок 10 (у некоторых видов больше). Части цветка располагаются на цветоножке по окружностям. Завязь верхняя, 4—5-гнездная, с 1—2 семенами в каждом гнезде. Часто цветоножка разрастается между андроцеом и гинецеом и образует выдающийся круг нектарников. Опыляются насекомыми или мелкими птицами. Плод — ягода (редко костянка или коробочка). Наружный слой околоплодника кожистый с большим количеством вместилищ, содержащих эфирное масло. Средний слой околоплодника рыхлый. Внутренний слой сочный, разделенный на гнезда в виде сегментов.

Типичными представителями семейства рутовых являются лимон, апельсин, мандарин, называемые цитрусовыми (по названию рода *Citrus*).

Лимон, или цитрус лимон, — *Citrus limon* — вечнозеленое плодородное дерево высотой 2,5—4 м. Молодые побеги красновато-фиолетовые. Листья кожистые, очередные, простые, эллиптические, сверху глянцевые, длиной 10 см. Цветет в мае—июне. Цветки (см. рис. 287) белые, душистые, одиночные, правильные, с двойным околоцветником, обоеполые. Тычинок много. Тычинки по группам сросшиеся нитями. Пестик один с верхней завязью. Опыляются насекомыми. Плод — многосемянный ягодообразный, желтого цвета, эллип-

287. Цветок и семя цитрусовых.

В верхнем ряду — бутон, цветок, продольный разрез цветка (лепестки частично оборваны) и диаграмма, в нижнем — продольный и поперечный разрезы завязи, продольный и поперечный разрезы семени.



соидальной формы с сосковидными выростами на концах, с ароматной кожурой и кислой мякотью.

В СССР лимон, как и другие цитрусовые, разводится в Грузии, Абхазии, Азербайджане, в Крыму и в южных районах Украины (в том числе в Закарпатье), в Молдавской ССР и Средней Азии. Главными странами в мире, в которых разводятся цитрусовые, являются Италия, Испания, Алжир, США (Калифорния, Флорида).

Плоды употребляются в пищу как ценные по вкусовым достоинствам и содержащие витамины А, В, С и Р. Из плодов получают лимонную кислоту (5—8%) и эфирное масло, применяемое в медицине, парфюмерии и кондитерском производстве.

В последнее время успешно распространяется комнатная культура лимона. Лимон может быть хорошим комнатным плодоносящим растением (100—150 плодов в течение года).

Апельсин — *Citrus aurantium* — отличается от лимона прежде всего оранжевыми, округлыми, без выростов на концах плодами, сладкими на вкус. Плоды содержат не более 1,3% лимонной кислоты.

Мандарин, или цитрус уншиу, или мандарин японский — *Citrus unshiu* — отличается оранжевыми, сжатыми с концов плодами с легко отделяющейся кожурой. Дерево высотой 3—4 м. Плоды содержат до 10,5% сахара и потому сладкие. Одно дерево мандарина приносит в год около 300 плодов.

В 1937 г. под культурой мандарина в СССР было занято 5500 га; в 1940 г. площадь эта увеличилась до 40 000 га; в настоящее время она значительно расширяется.

Среди видов этого порядка заметна эволюция цветка — от актиноморфных к зигоморфным цветкам. Плодолистики сросшиеся и число их уменьшается. К порядку гераниецветные относятся такие семейства, как леновые и гераниевые.

Семейство леновые — *Linaceae* — травы, реже кустарники, однолетние или многолетние. Листья очередные или супротивные, узкие, простые, цельнокрайние, сидячие. Прилистники незаметные. Цветки правильные. Чашечка из 5—4 раздельных чашелистиков. Чашечка остается при плоде. Венчик из 5—4 раздельных лепестков. Тычинок 5 или 10. Пестик один, столбиков 5—4. Завязь пятигнездная. Плод — коробочка или костянка. Семена без эндосперма. Типичным представителем семейства является лен посевной.

Порядок
Гераниецветные —
Geraniales

Семейство
Леновые

Лен посевной, или лен обыкновенный, — *Linum usitatissimum* — травянистое однолетнее культурное растение. Стебель тонкий, прямой, цилиндрический, высотой 30—120 см. Кора стебля богата лубяными волокнами. Листья линейные, сидячие, цельнокрайние. Цветет в июне—августе. Цветки собраны в дихазисальные соцветия. Цветки голубые, реже белые или розовые, на длинных цветоножках. Формула цветка: $*C_5C_5A_{5-8}\underline{G}_{(5)}$. Тычинок два круга: внешний состоит из 5 тычинок, пяти которых срослись в кольцо, на котором в виде трех зубцов расположены три тычинки внутреннего круга. У основания тычинок — нектарники. Опыляются цветки насекомыми; наблюдается и самоопыление. В каждом гнезде имеется 2 семечки. Плод — шаровидная коробочка. Семена блестящие гладкие. Клеточные оболочки эпидермы семян от воды ослизняются. В СССР культивируется как важнейшее прядильное и масличное растение в средней полосе.

Существуют две разновидности посевного льна: 1) лен-долгунец, разводимый в северных районах, в условиях длинного дня, имеющий длинный (60—120—150 см) стебель без ветвей у основания, немного коробочек, мелкие семена (до 4,5 мм) и дающий лучшие сорта волокна; посевы льна-долгунца в СССР составляют 90% всей мировой площади его посевов; 2) лен-кудряш, разводимый в южных районах, в условиях короткого дня, имеющий короткий (30—50 см) ветвистый у основания стебель, много коробочек, крупные семена (до 6 мм) и дающий жирное масло; посевы льна-кудряша в СССР составляют 10% всей мировой площади его посевов.

Стебли льна-долгунца перерабатываются на прядильное волокно следующим образом: стебли мочат в воде (или посредством росы), развивающиеся при этом в стеблях микроорганизмы (грибы и бактерии) разрушают пектиновые вещества, склеивающие волокнистые пучки стебля с другими тканями, затем стебли подсушивают, мнут, треплют, выделяя таким образом волокно.

Семена льна-кудряша содержат до 42% жирного масла (у льна-долгунца—35%). Льняное масло как быстро высыхающее используется для приготовления олифы и разных лаков, также употребляется в пищу. Льняной жмых идет на корм скоту как высокопитательный и богатый белком. Ослизняющиеся семена льна («льняное семя») применяются в медицине как обволакивающее, противовоспалительное и легкое слабительное средство.

Семейство
Гераниевые

Семейство гераниевые — *Geraniaceae* — травы, реже кустарники. Листья очередные или супротивные простые, или лопастные, опушенные железистыми, часто эфирноосными, волосками. Прилистники пленчатые. Цветки правильные или неправильные. Чашечка из 5 чашелистиков. Венчик из 5 раздельных лепестков. Нектарники. Тычинок 10 (редко 5 или 15). Пестик один с пятигнездной верхней завязью и 5 свободными столбиками, слегка срастающимися у основания. Опыляются перекрестно посредством насекомых; редко самоопыляются. Плод распадается на 5 семянок, каждая из которых сохраняет столбик. После созревания плода столбик с силой скручивается и выбрасывает семянку (например, у герани) или гигроскопически скручивается после опадания семянок и этим способствует ввинчиванию семянки в землю (например, у аистника).

В семействе известно около 650 видов. Представителем семейства является герань розовая.

Герань розовая, или пеларгоний розовый, — *Pelargonium roseum* — травянистое многолетнее растение, имеющее промышленное значение. Все растение густо опушено железистыми волосками, выделяющими эфирное масло, сходное по запаху с розовым маслом. Листья 4—5 см длины и 5,5—7,5 см ширины, очередные, черешковые, глубоко пяти- или семираздельные; цветки розовые, неправильные, собранные в соцветия-зонтики.

В СССР культивируется в Грузии, Армении и Таджикской ССР, в Крыму и на Северном Кавказе.

Эфирное масло, содержащееся в растении в количестве 0,2%, применяется в медицине для ароматизации лекарств и в парфюмерном производстве.

К семейству гераниевых принадлежат виды рода герани — *Geranium*, широко распространенные в СССР по лугам и лесам, применяемые (герань луговая — *Geranium pratense*) в народной медицине, и виды рода аистника — *Erodium*, распространенные в СССР как сорные растения полей и огородов.

Прогрессивные черты: растения травянистые и кустарники, листья сложные, цветки собраны в соцветия, нижняя завязь. К порядку аралиевых принадлежат такие семейства, как аралиевые и зонтичные.

Семейство аралиевые — *Araliaceae* — деревья, кустарники, реже травы или лианы. Листья очередные, простые или пальчатосложные. Цветки правильные, обоеполые, собранные в соцветия — головки или зонтики. Чашечка из 5 чашелистиков; у некоторых видов чашечка редуцирована. Венчик раздельнолепестный, из 5 лепестков. Тычинок 5, редко больше. Пестик один. Завязь нижняя. Плод — ягода или костянка, реже сборный. Представителями этого семейства, интересными лекарственными растениями, являются женьшень, аралия и заманиха. К семейству аралиевых также относится плющ, ползущее по земле, скалам, стволам деревьев растение. Листья пятилопастные и овальные (гетерофилия). Иногда разводится как декоративное растение.

Женьшень, или панакс женьшень, или корень-человек — *Panax ginseng* (рис. 288) — травянистое многолетнее растение высотой 30—70 см, живущее до 100 лет. Корень утолщенный, светло-желтый, похожий на корнеплод моркови. В нижней части сильно ветвится. Весь корень достигает длины 25 см и более. Стебли прямостоячие. Листья мутовчатые, длинночерешковые, пальчаторассеченные на 5 эллиптических долей. Цветет в июле. Цветки мелкие, бледно-розовые или белые, собранные в соцветия-зонтики. Пестик с 2 свободными столбиками. Завязь двухгнездная. Плод — костянка, красная, с 2—3 косточками. Косточки дисковидные, серые.

В СССР распространен на Дальнем Востоке, в Приморском крае, в лесах. Вводится в культуру.

Из корней и корневищ женьшеня приготавливают следующие препараты: настойку, жидкий экстракт, порошок, применяемые в медицине как средство, активизирующее обмен веществ, работу желез внутренней секреции и сердечно-сосудистой системы и успокаивающее нервную систему. Препараты женьшеня не токсичны.

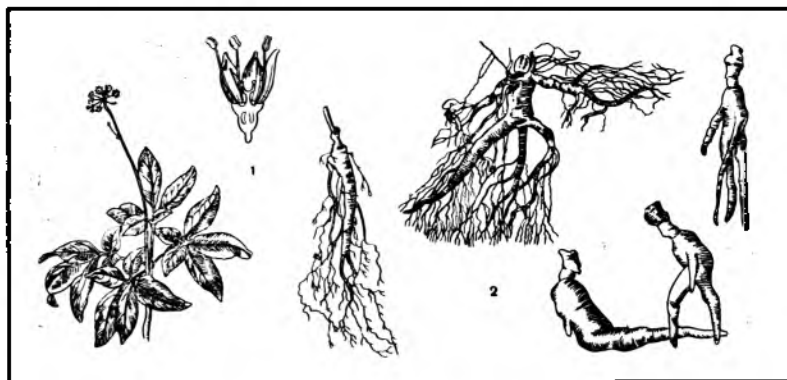
Аралия маньчжурская — *Aralia mandchurica* — дерево высотой 3—5 м. В СССР распространена в Уссурийском

Порядок
Аралиецветные —
Araliales

Семейство
Аралиевые

288. Женьшень (*Panax ginseng*).

1 — цветок,
2 — корни.



крае и по Зее-Бурее, в смешанных и хвойных лесах. Вводится в культуру. Все органы растения содержат эфирное масло, сапонины, следы алкалоидов и глюкозидов. Настойка из аралии маньчжурской возбуждает центральную нервную систему и по лечебному действию близка к женьшеню.

Заманиха высокая — *Echinopanax elatum* — кустарник высотой около 1 м. В СССР произрастает в Уссурийском крае, в горных лесах. Корни, листья и стебли содержат сапонины, глюкозиды и эфирное масло. Настойка из корней заманихи высокой, подобно женьшеню, возбуждает центральную нервную систему.

Семейство зонтичные — *Umbelliferae* — многолетние или двулетние, или однолетние травы. Листья очередные, простые или рассеченные. Черешки листьев расширяются, превращаясь во влагалища. Прилистников нет. Цветки мелкие, собраны в соцветии, сложном зонтике, реже в простом зонтике или головке. У некоторых видов — обертка из прицветников у основания соцветия зонтика и оберточки у основания зонтичков. Цветки правильные, пятичленные, обоеполые, реже слегка неправильные. Чашечка редуцирована до зубцов. Венчик раздельнолепестный. Лепестков 5. Тычинок 5. Пестик один с 2 столбиками. Завязь нижняя, двухгнездная. У основания столбиков — нектарниковый диск. Плод — двусемянка, по созреванию распадающаяся на два плодика, висящих на нитевидном плодоносе. Плодики односеменные. В семенах развит маслянистый эндосперм.

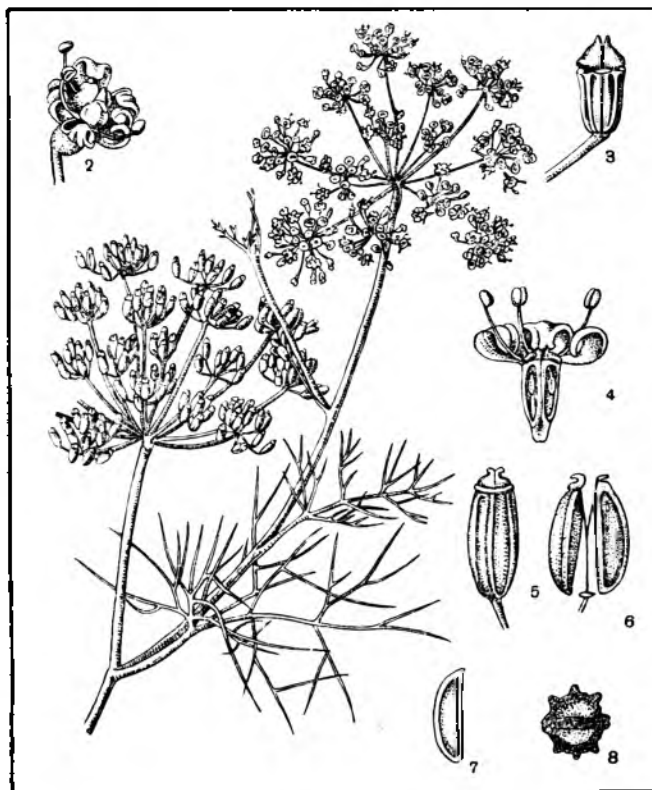
Это семейство объединяет около 3500 видов, среди которых много таких ценных, полезных лекарственных растений, как анис, фенхель, кориандр, дягиль, тмин, укроп, морковь, петрушка, ферула, ажгон, вех, болиголов, амми зубная, володушка золотистая.

Анис обыкновенный — *Anisum vulgare* или *Pimpinella anisum* — невысокое (30—60 см) травянистое однолетнее растение. Корень тонкий веретенообразный. Стебель прямой, бороздчатый, наверху ветвистый. Прикорневые листья округлопочковидные, зубчатые, стеблевые — очередные, тройкоперисторассеченные. Цветет в июне—июле. Цветки мелкие, в сложных зонтиках; венчик из 5 белых лепестков, опадающих при расцветании. Тычинок 5; пестик с нижней двухгнездной завязью. Плодоносит в августе. Плод — двусемянка, яйцевидной формы, коричневатого-серого цвета, покрыт волосками, имеет ароматный запах и сладкий на вкус. Плоды на-

Семейство
Зонтичные

289. Фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare*).

- 1 — побег с листом,
цветами и плодами;
2 — цветок;
3 — пестик;
4 — продольный разрез
цветка;
5, 6 — плод;
7 — семя;
8 — поперечный разрез
плода.



зываются «анисовым семенем» и содержат до 10% эфирного анисового масла, применяемого в медицине, пищевой промышленности и парфюмерии.

В СССР разводится в Воронежской области и частично на Украине и Северном Кавказе.

Анис (нашатырно-анисовые капли, анисовое масло, плоды аниса) используется в медицине. Жирное масло аниса (до 20%) используется в мыловарении. Жмых, богатый белком и жирным маслом, является питательным кормом для сельскохозяйственных животных. Анис — медоносное растение.

Фенхель обыкновенный — *Foeniculum vulgare* (рис. 289) — травянистое многолетнее (или одно-, двулетнее) растение. Стебель ветвистый, высотой 1—2 м. Листья сложноперистые, с узкими, нитевидными дольками, сизого цвета. Цветет в июле—августе. Цветки желтые, мелкие, собраны в сложные зонтики. Плоды — двусемянки, серовато-зеленого цвета, вытянутые, почти цилиндрические, слегка изогнутые, с десятью выдающимися ребрышками. Плоды распадаются на 2 семянки. Содержат до 6,5% эфирного масла. Имеют приятный запах, на вкус сладкие и пряные.

В СССР дико растет в Крыму, на Кавказе и в южных районах Средней Азии, на сухих склонах, около дорог. Культивируется на Украине, Северном Кавказе и в Белоруссии.

Плоды применяются в медицине и ликеро-водочном производстве. Жмых, богатый белком и жирным маслом, служит хорошим кормом для рогатого скота.

Кориандр посевной — *Coriandrum sativum* — травянистое одолетнее растение высотой 30—70 см. Стебель полый.

290. Соцветия дягиля лекарственного (*Archangelica officinalis*).

Прикорневые листья длинночерешковые, тройчатораздельные, стеблевые — сидячие, перисторассеченные на линейные острые дольки. Растение неприятно пахнет («клоповый» запах). Цветет в июне — июле. Цветки бледно-розовые, собраны в соцветия — сложные зонтики. Плод — шаровидная двусемянка, приятно пахнущий, желтовато-бурый, мелкий (2—5 мм в диаметре), содержит эфирное и жирное масло.

В СССР культивируется в Воронежской, Тамбовской, Курской и Саратовской областях, на Украине и Северном Кавказе.

Порошок, настой и настойка плодов кориандра применяются в медицине. Эфирное масло плодов (около 1%) используется в парфюмерии как заменитель розового масла при изготовлении духов, туалетного мыла и др. Жирное масло применяется при изготовлении шоколада.

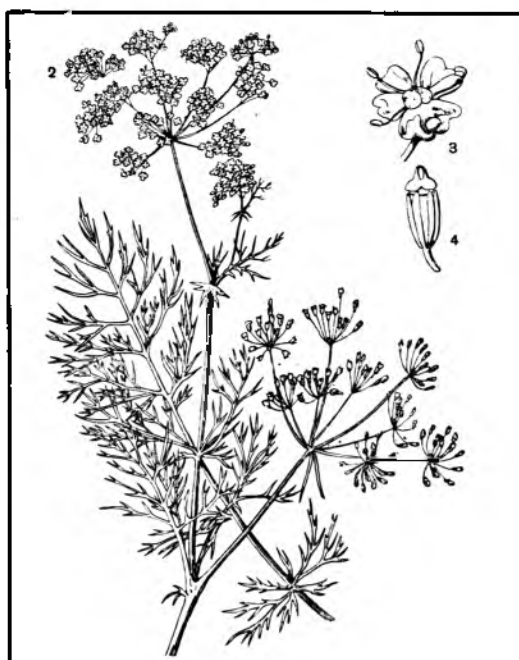
Дягиль лекарственный — *Archangelica officinalis* (*Angelica archangelica*) (рис. 290) — травянистое, двулетнее, иногда многолетнее растение, цветущее и плодоносящее на втором году жизни. Все растение приятно пахнет. Имеется толстое корневище. Стебель прямостоячий, цилиндрический, полый внутри высотой 100—250 см. Листья очередные, крупные, дважды- и триждыперистые, с расширенными, охватывающими стебель основаниями. Цветет в июне—августе. Цветки мелкие, собранные в соцветиях — сложных зонтиках. Лепестки беловато- или желтовато-зеленые. Плод — двусемянка, распадающаяся на два плодика.

В СССР дико растет в лесной и лесостепной зонах Европейской части и в Западной Сибири, по сырым местам, берегам рек и т. п.

Корневища и корни содержат ценное эфирное пахучее масло, применяющееся в медицине как мочегонное и воз-

291. Тмин обыкновенный (*Carum carvi*).

- 1 — лист;
2 — соцветие;
3 — цветок;
4 — плод.



буждающее деятельность органов пищеварения средство и в народной медицине. Медоносное растение.

Тмин обыкновенный — *Carum carvi* (рис. 291) — травянистое двулетнее растение, цветущее и плодоносящее на второй год, высотой 30—80 см. Листья очередные, черешковые, двояко- или тройкорассеченные, с линейными узкими дольками. Цветет в июне—июле. Цветки белые, мелкие, собранные в сложные зонтики. Плод—двусемянка, коричневая, сплюснутая с боков, распадающаяся на 2 семанки, имеющие 5 ребер и приятный запах и вкус.

Произрастает в лесной и лесостепной зонах Европейской части СССР, на юге лесной зоны Сибири, на Кавказе, в горах Средней Азии и Крыма, на лугах, по лесным опушкам.

В медицине используется тминное эфирное масло и отвар плодов. Плоды применяются при хлебопечении, квашении капусты, а также в парфюмерном производстве.

Укроп пахучий, или укроп огородный, — *Anethum graveolens* — травянистое, однолетнее растение, имеющее пряный запах, высотой 40—120 см. Листья тройкоперисторассеченные, с нитевидными дольками. Содержит витамины А, В и С. Цветет в июне—июле. Соцветие — сложный зонтик. Плоды — плоские, эллиптические двусемянки. Семена содержат душистое эфирное масло.

В СССР разводится на огородах повсеместно.

В медицине применяется настой «травы». Плоды (порошки, отвар) — при расстройстве пищеварения, одышке и заболеваниях дыхательных путей. Листья употребляются в пищу как пряность; все растение целиком используется при засолке огурцов и т. п. как специя. В парфюмерном производстве применяется эфирное масло, получаемое из семян укропа.

Морковь посевная — *Daucus sativus* или *D. carota* — травянистое двулетнее растение высотой 30—100 см, цветущее

щее и плодоносящее на второй год жизни. Утолщенный, съедобный, красно-оранжевый видоизмененный корень (корнеплод), образуемый в первом году жизни, богат каротином (провитамином А) и витаминами В₁, РР, С, К и др. Листья двояко- и тройкоперисторассеченные, длиной до 20 см; нижние — черешковые, верхние — сидячие. Цветет в июне—июле. Цветки белые или красноватые, обоеполые (бывают и однополые), собранные в соцветиях — сложных зонтиках. Плод — двусемянка с пряным запахом. Ребра плода имеют шипики.

В СССР произрастает дико повсеместно (дикая морковь — *D. carota* — имеет тонкий беловатый несъедобный корень). Возделываются огородные сорта, также повсеместно, как пищевой продукт. Есть сорта столовые и кормовые.

В медицине применяются корнеплоды посевной моркови для лечения гипо- и авитаминозов. Из семян получается препарат даукарин, назначаемый при атеросклерозе. Дикая морковь применяется в народной медицине как противоглистное и слабительное средство.

Петрушка кудрявая — *Petroselinum sativum* или *P. crispum* — двулетнее растение высотой 30—100 см. В первый год образует утолщенный корень и прикорневую розетку листьев, на второй год цветет и плодоносит. Корень, листья и плоды издают запах. Листья с верхней стороны глянцевые, снизу — матовые. Нижние листья дважды- или триждыперистые, верхние — тройчатые ланцетные. Цветет в июне—июле. Цветки желто-зеленые, обоеполые, правильные, мелкие, собранные в соцветия — сложные зонтики. Плод — двусемянка, зеленовато-бурого цвета; содержит эфирное масло.

В СССР возделывается повсеместно как овощное растение, используемое как приправа к пище.

В медицине применяются корни, листья и плоды.

Подобно петрушке, как приправа к пище используются «корнеплоды» пастернака — *Pastinaca sativa* — сельдерей — *Apium graveolens*.

Ферула вонючая, или ассафетида, — *Ferula assa-foetida* (рис. 292) — травянистое многолетнее (8—10 лет), богатое балзамами и эфирными маслами, неприятно пахнущее растение. Стебель толстый, высотой 100 см. Прикорневые листья триждырассеченные. Цветки желтые, собранные в соцветия — сложные зонтики. Цветет один раз в жизни в марте—апреле. Плод — двусемянка.

В СССР растет в полупустынях Средней Азии, на песках.

После срезывания стебля из корня ферулы выделяется млечный сок, называемый вонючей камедью, застывающий на воздухе. Неприятный чесночный запах обуславливается эфирным маслом. Млечный сок (*Gummi assa-foetida*) используется в медицине как противоспазматическое и противоглистное средство.

Айован душистый, или ажгон, или индийский тамарискус, — *Trachyspermum ammi*, или *T. Coticum*, или *Sium coticum*, или *S. Ajowan*, — травянистое однолетнее растение. Корень стержневой веретенообразный. Стебель прямостоячий, ветвистый, достигает, в условиях полива, 100 см высоты. Листья очередные, трижды- или дваждыперисторассеченные. Цветет в июне—июле. Чашечка и венчик пятичленные. Цветки мелкие, белые и фиолетовые, собранные в соцветия — сложные зонтики. Тычинок 5. Пыльники фиолетовые. Пестик

292. Ферула вонючая (*Ferula assa-foetida*).

Слева — листья,
справа — соцветия.



имеет нижнюю двухгнездную завязь. Плоды — двусемянки, созревают в августе—сентябре, приятно пахнут, горьковаты на вкус. В СССР возделывается в Средней Азии.

Из плодов получают эфирное масло, содержащее тимол (40—60%). Используется в медицине и как консервант для фармацевтических препаратов.

Вех ядовитый, или цикута, *Cicuta virosa* (рис. 293) — травянистое, многолетнее, голое, очень ядовитое растение. Имеет толстое корневище с полыми междоузлиями и пергородками в узлах. Стебель бороздчатый, полый; высотой 50—120 см. Листья дважды перисторассеченные, доли листа узколанцетные, по краю пильчатые, образуют небольшое влагалище. Цветет в июне—августе. Цветки многочисленные, мелкие, белые, собранные в соцветия — сложные зонтики. Плод — округлая двусемянка, распадающаяся при созревании на два плодика.

В СССР распространен повсеместно (кроме Крыма) у берегов рек, на болотах и в сырых местах.

Корневище сладкое на вкус, что соблазняет детей и ведет к отравлению. Отравление цикутой вызывает судороги, паралич дыхания и смерть. В народной медицине применяют надземную часть (траву) растения и корневище с корнями в виде мази и настойки при лечении кожных заболеваний, подагры и ревматизма. Все растение, особенно корневище и корни, ядовито и скотом не поедается.

Болиголов пятнистый, или омег пятнистый, — *Conium maculatum* (рис. 294) — травянистое, двулетнее, очень ядовитое растение. Растение имеет противный мышиный запах. В первый год жизни болиголов образует прикорневые листья, а на второй — стебель, достигающий 180 см высоты. Стебель разветвленный, бороздчатый, полый в междоузлиях. Нижняя часть стебля имеет красные пятна. Листья дважды перисторассеченные, голые, с небольшим влагалищем. Цветет в июне—июле. Цветки белые. Плод — двусемянка, сплюснутый с боков, распадающийся при созревании на два плодика. Плоды по форме похожи на плоды аниса и других зонтичных. Распознаются по светлой окраске, зубчатым ребрам и неприятному запаху при растирании.

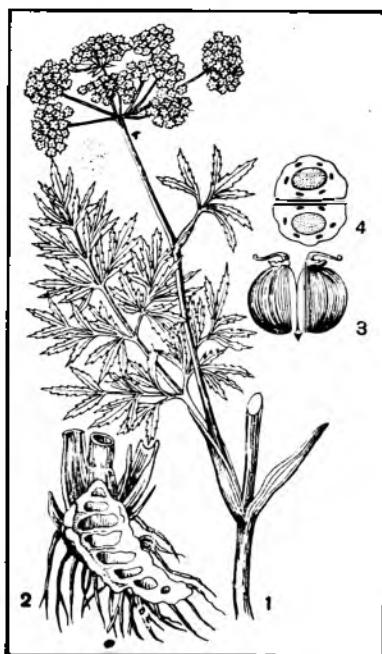
293. Вех ядовитый (*Cicuta virosa*). 294. Болиголов пятнистый (*Conium maculatum*).

К рис. 293

1 — стебель с листом и соцветием;
2 — продольный разрез корневища;
3 — плод;
4 — поперечный разрез плода.

К рис. 294

1 — стебель с листом;
2 — соцветие;
3 — цветок;
4 — плод;
5 — поперечный разрез плода.



В СССР распространен повсеместно, кроме Восточной Сибири и Дальнего Востока. Растет на пустырях, около жилья, вдоль дорог, на залежах.

Ядовитость болиголова объясняется содержащимися в нем ядовитыми алкалоидами, из которых наиболее ядовит конииин. Известно, что философ Сократ отравился этим растением. В народной медицине применяются листья и стебли болиголова как болеутоляющее и противосудорожное средство.

Амми зубная — *Ammi visnaga* — травянистое двулетнее (в культуре однолетнее) ветвистое растение. Корни беловатые, стержневые. Стебель прямостоячий, округлый, слабо бороздчатый, достигающий 100 см высоты. Листья очередные, дважды- или триждыперисторассеченные на нитевидные дольки, образуют влагалище. Цветет в июне—августе. Соцветие — сложный зонтик. Цветки мелкие, с неприятным запахом. Чашечка имеет 5 зубцов, венчик — 5 белых лепестков. Тычинок 5. Пестик имеет нижнюю двухгнездную завязь, два столбика и головчатые рыльца. Плод — яйцевидная голая двусемянка, распадающаяся при созревании на два плодика. Созревает в августе—сентябре.

В СССР встречается на Кавказе, преимущественно в Азербайджане. Растет в солонцеватых степях и как сорное растение в посевах. Возделывается на Северном Кавказе, в Молдавии и на юге СССР.

В медицине используются плоды, из которых получается келлин. Келлин в меньшем количестве содержится и в листьях, лучах зонтиков, стеблях. Применяется главным образом как сердечно-сосудистое средство.

Володушка золотистая — *Vipuleurum aureum* — травянистое многолетнее растение высотой 25—150 см. Нижние листья продолговатообратнояйцевидные, при основании суженные в черешок. Средние листья сидячие, при основании

сердцевидные. Верхние листья мелкие. Цветет в июне—июле. Соцветие — сложный зонтик. Зубцы чашечки незаметные. Венчик желтый. Завязь нижняя двугнездная. Плод — двусемянка, распадающаяся.

В СССР произрастает на юге степной зоны и лесостепной зоне Европейской части, Сибири (западнее Забайкалья) и Урала, в негустых лесах, по лесным лугам и полянам.

В народной медицине применяется настой листьев, цветков и стеблей при болезнях печени и как желчегонное средство.

Семейство горечавковые — Gentianaceae — травы. Листья супротивные. У большинства видов листья простые, цельнокрайние, без прилистников. Цветки одиночные или в полузонтичных соцветиях, правильные. Венчик спайнолепестный. Пестик один, завязь верхняя, одногнездная, реже двухгнездная. Плодолистиков 2. Венчик скручен в бутоне. Плод — коробочка, многосеменная, вскрывающаяся створками. Семена с эндоспермом. В СССР большинство видов растет в горах. Семейство объединяет около 1000 видов. Типичными представителями семейства являются: горечавка желтая, горечавка перекрестнолистная, горечавка ластовневая, золототысячник зонтичный, вахта, или трифоль (некоторые ботаники вахту относят к семейству вахтовых, или трифольевых).

Горечавка желтая — *Gentiana lutea* (рис. 295) — травянистое многолетнее растение высотой 40—140 см. Имеет толстое корневище. Листья супротивные, эллиптические, цельнокрайние, дугонервные, голубовато-зеленые. Цветет в июле. Цветки собраны пучками по 3—10 в пазухах листьев. Чашечка рано засыхающая. Венчик желтый, с короткой трубкой и 5 линейными лопастями. Тычинок 5. Пестик с верхней одногнездной завязью и двураздельным рыльцем. Плод — продолговатая коробочка.

В СССР — только в горах Закарпатской области, среди высокогорных кустарников, на лесных полянах и на субальпийских лугах. Культивируется в Ленинградской области.

В медицине применяются содержащие гликозиды (генциопикрин и др.) корневища и корни в виде густого экстракта и настойки при расстройствах пищеварения. В народной медицине применяется корень для возбуждения аппетита, как желчегонное и при подагре.

Горечавка перекрестнолистная, или горечавка крестообразная, *G. cruciata* — многолетнее травянистое растение высотой 20—70 см, с толстым корневищем. Стебли прямые густооблиственные. Стеблевые листья супротивные, сидячие, яйцевидноланцетные, попарно сросшиеся во влагалища. Цветет в июне—августе. Цветки скучены в пазухах листьев. Чашечка трубчатая, нерасщепленная, беловатая, с 4 зубцами. Венчик синий, четырехугольный, 20—25 мм длины, с 4 отогнутыми зубцами. Тычинок 4. Пестик с верхней одногнездной завязью и двураздельным рыльцем. Плод — продолговатая двустворчатая коробочка.

Произрастает в Европейской части СССР, на Кавказе, в Западной Сибири и Казахстане на опушках, среди кустарников, на лугах, в горах.

В медицине применяются препараты (густой экстракт и настойка), приготовляемые из корневища с корнями, при расстройствах пищеварения. Препараты горечавки перекрестнолистной заменяют препараты горечавки желтой.

Порядок
Горечавкоцветные —
Gentianales

Семейство
Горечавковые

295. Горечавка желтая (*Gentiana lutea*).

296. Золототысячник (*Centaureum umbellatum*).

297. Бахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata*).



Слева — цветок и корневище.

Справа — продольный разрез цветка.

Справа — соцветие.

Горечавка ластовневая — *G. asclepiada* — произрастает в западных районах Украины. Ее применяют в медицине так же, как горечавку желтую.

Золототысячник зонтичный, или золототысячник малый, — *Centaureum umbellatum* или *C. minus*, или *Erythraea centaureum* (рис 296) — травянистое двулетнее (или однолетнее) растение высотой 10—40 см. Стебель голый, четырехгранный. Листья в прикорневой розетке обратнойцевидные, а на стебле супротивные, линейноланцетные. Цветет в июле—августе. Цветки розовые, около 10 мм в диаметре. Цветки собраны в щитковидное соцветие. Чашечка вдвое короче трубки венчика, рассечена на 5 долей. Венчик в виде трубочки, пятираздельный. Тычинок 5; пыльники спирально скручены. Пестик с верхней завязью. Столбик с двураздельным рыльцем остается при плоде. Завязь одногнездная. Плод — цилиндрическая, почти двугнездная коробочка.

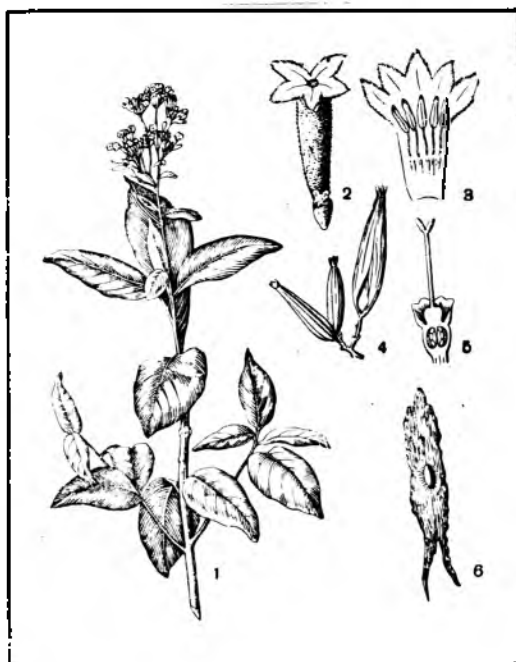
В СССР произрастает преимущественно в южной и средней полосах Европейской части и на Кавказе, на заливных лугах, по опушкам и залежам.

Из надземной части растения готовят настойки и настои, применяемые в медицине как горечи для возбуждения аппетита и усиления функции пищеварительных органов. Во всех органах растения имеется алкалоид генцианин, обладающий противоглистными свойствами.

Бахта трехлистная, или трифоль, или трилистник водяной, — *Menyanthes trifoliata* (рис. 297) — травянистое многолетнее растение. Стебель ползучий, длиной 15—30 см. Имеет корневище. Листья очередные, тройчатые прикорневые на длинных черешках. У основания черешков переходит во влагалище с перепончатым краем. Цветет в мае—июне. В бутоне венчик не скручен. Цветки собраны в кисти. Цветочные

298. Хинное дерево (Cinchona).

- 1 — цветущая ветвь;
2 — цветок;
3 — развернутый венчик;
4 — плод;
5 — продольный разрез пестика;
6 — семя.



стрелки голые, высотой 15—35 см. Венчик воронковидный, изнутри белый, лохматый, снаружи розовый. Чашелистиков (сросшиеся) 5, лепестков 5, тычинок 5. Плод — коробочка, одногнездная.

В СССР произрастает повсеместно в Европейской части, кроме крайнего юга и Поволжья, в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, по берегам водоемов, болотам, торфяникам.

Листья (без черешков) применяются в медицине в виде настоя как средство, возбуждающее аппетит и улучшающее пищеварение, и как желчегонное средство. В народной медицине используется как противохолерическое средство, при заболеваниях печени и желчных путей. Медоносное растение.

Прогрессивными чертами в этом порядке являются спайнолепестность и нижняя завязь. К порядку мареноцветные принадлежат семейства: мареновые, жимолостные, валериановые.

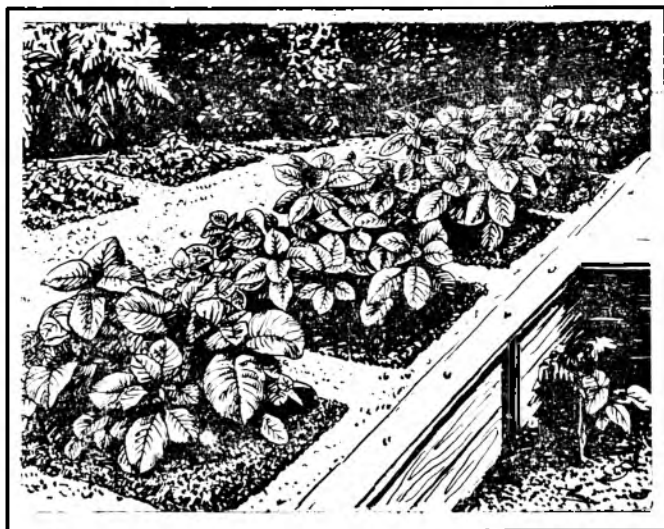
Семейство мареновые — Rubiaceae — травы, лианы, кустарники и деревья. Листья супротивные. Прилистники сильно развиты. Цветки правильные, обоеполые, сростнолепестные. Чашечка из 4—5 чашелистиков; иногда не развита. Венчик из 4—5 лепестков. Венчик в бутоне складчатый. Тычинок 4—5. Пестик один, образованный 2 плодolistиками. Завязь двугнездная (редко одно- или многогнездная), нижняя. Плод — коробочка или орешек, или ягода, или костянка. Семена с эндоспермом.

Семейство объединяет около 4500 видов. Типичным для семейства видом, важнейшим лекарственным растением является хинное дерево. В СССР дико растут принадлежащие к этому семейству марена красильная, ясменник пахучий и др. В тропических странах растет принадлежащее к этому

Порядок
Мареноцветные —
Rubiales

Семейство
Мареновые

299. Выращивание хинного дерева в Абхазии (по П. М. Жуковскому).



семейству кофейное дерево, из семян которого получают кофе и добывают алкалоид кофеин, возбуждающий центральную нервную систему.

Хинное дерево красноватое, или цинхона красноватая, *Cinchona succirubra* (рис. 298 и 299) — дерево высотой 10—20 м. Кора стеблей и корней содержит около 20 алкалоидов, среди которых самым известным является хинин. Листья черешковые, крупные (до 50 см длины), простые, супротивные, широкоэллиптические, кожистые, вечнозеленые.

Цветки собраны в соцветия — ложные зонтики, которые в свою очередь собраны в метелки. Цветки розовые, правильные, с сильным запахом. Чашечка сростается с завязью и незаметна. Венчик состоит из 5 сросшихся в трубочку опушенных лепестков. Имеются нектарники. Тычинок 5. Тычинки приросли к венчику. Пестик один, с одним столбиком и расщепленным рыльцем. Завязь нижняя. Плод — коробочка. Семя крылатое.

В СССР разводится на побережье Черного моря как однолетнее растение.

В медицине применяется алкалоид хинин как противомалярийное средство. Хинин и другие алкалоиды добываются из коры стеблей и корней 20-летних деревьев. При однолетней культуре хинин и другие алкалоиды добываются из всех частей растения.

Марена красильная — *Rubia tinctorum* — травянистое многолетнее полегающее растение 60—120 см длины. Имеет длинное горизонтальное корневище. Стебель покрыт колючими щетинками, загнутыми назад. Листья собраны в мутовки, ланцетовидные, блестящие. Цветет в июне — августе. Цветки — в пазушных полузонтиках, зеленовато-желтые. Чашечка не развита. Плоды ягодообразные, черные, двусеменные, шаровидные.

В СССР дико растет на юге и юго-востоке Европейской части и в Средней Азии, по берегам рек и среди кустарников.

300. Бузина черная (*Sambucus nigra*).

- 1 — ветвь с соцветием;
2 — цветок;
3 — плоды.



Ясменник пахучий, или шерошница душистая, — *Asperula odorata* — травянистое многолетнее растение высотой 10—40 см, имеющее корневище. Распространено в средней и южной полосах Европейской части СССР по лесам. Цветет в мае — июне. Применяется в народной медицине при болезнях печени и желчного пузыря. Медонос.

Семейство
Жимолостные

Семейство жимолостные — *Caprifoliaceae* — деревья и кустарники. Листья простые или перистосложные. Большинство видов не имеет прилистников. Цветки обоеполые. Чашелистиков 5, сросшихся. Лепестков 5, сросшихся. Тычинок 5. Пестик один. Образован пестик 3, редко 4 или 5 плодолистиками. Завязь нижняя, трех- или пятигнездная. Плод — ягода или костянка.

Семейство объединяет 350 видов. Типичными, широко распространенными являются следующие виды: бузина черная, калина обыкновенная и жимолость обыкновенная.

Бузина черная — *Sambucus nigra* (рис. 300) — кустарник ветвистый или деревцо высотой 2—6 м. Ветки имеют снежно-белую рыхлую сердцевину. Листья супротивные, черешковые, непарноперистосложные с 3—7 листочками. Листочки продолговатояйцевидные, с верхней стороны темные, снизу светлые. Цветет в мае — июне. Цветки правильные, желтовато-белые, собранные в соцветия-щитки, пахучие. Чашечки с 5 зубчиками. Лепестков 5, сросшихся у основания. Тычинок 5. Пестик один, образованный 3 или 5 плодолистиками. Завязь трехгнездная, полунижняя. Плод — ягодообразная костянка черно-фиолетового цвета, с темно-красной мякотью.

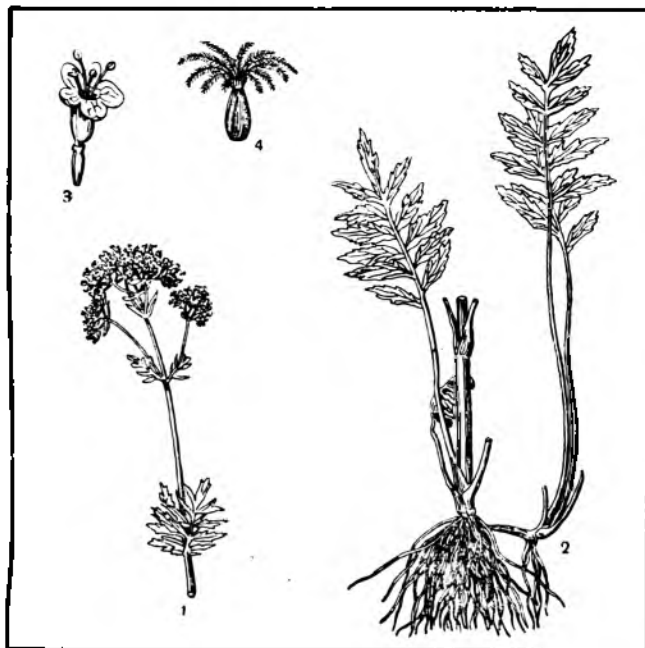
В СССР дико растет в лесах, как подлесок в южной полосе Европейской части и на Кавказе.

В медицине применяются: плоды (настой) — при лечении ревматизма, невралгии и др., цветки (настой) — как потогонное средство. Используется и в народной медицине. Плоды применяются для приготовления киселя, подкраски вин.

Калина обыкновенная — *Viburnum opulus* — кустарник или деревцо высотой 1,5—3 м. Листья супротивные, трех- или пятилопастные, крупнозубчатые, снизу по жилкам опушенные. Цветет в мае — июле. Цветки белые, собраны в

301. Валериана лекарственная (*Valeriana officinalis*).

- 1 — цветущий побег;
2 — корневище с кор-
нями;
3 — цветок;
4 — плод.



соцветия-щитки. Пестики с нижней трехгнездной завязью. Плоды красные, шаровидные, 8—10 мм в диаметре, костянки.

В СССР дико растет в лесной и лесостепной зонах Европейской части и Сибири, в лесах Кавказа, Крыма и Восточного Казахстана на опушках, по берегам рек и болот.

В медицине применяется кора (жидкий экстракт и отвар) ветвей и стволов, в народной медицине — плоды и кора. Плоды употребляются в пищу (особенно замороженные). Хороший медонос. Заготовки (кора) в основном производятся в Белоруссии, на Украине и в Поволжье. в апреле — мае.

Жимолость обыкновенная — *Lonicera xylosteum* — кустарник 1—2,5 м высоты. Листья округлояйцевидные, короткочерешковые, с обеих сторон пушистые. Цветет в мае — июне. Цветки желто-белые, сидящие по два в пазухах листьев. Плоды — красные ягоды, попарно сросшиеся основаниями («волчьи ягоды»), ядовитые.

В СССР дико растет в Европейской части (кроме Крыма) и в значительной части Азии, в лесах и кустарниках. Медонос.

Семейство
Валериановые

Семейство валериановые — *Valerianaceae* — травы и полукустарники. Листья супротивные. Прилистников нет. Цветки мелкие, слегка неправильные, собранные в соцветиях-дихазиях. Чашечка зачаточная, разрастающаяся после цветения в перистую летучку. Венчик в виде трубочки. Тычинок 3 или одна. Пестик один, из 3 плодолистиков. Завязь с одним гнездом и одной семяпочкой. Столбик один, с трехлопастным рыльцем. Опыляются насекомыми. Плод — орешек. Семя без эндосперма.

Семейство объединяет около 350 видов, в том числе лекарственное растение валериану.

Валериана лекарственная, или маун, или валериана аптечная, — *Valeriana officinalis* (рис. 301) — травянистое многолетнее растение. Имеет корневище. Достигает

2 м высоты. Стебель в верхней части полый. Листья супротивные, непарноперистосложные, с линейноланцетными листочками. Цветет с конца мая до августа. Цветки мелкие, бледно-розовые или бледно-фиолетовые, трубчатые, пахучие. Цветки собраны в щитковидно-метелчатые соцветия. Тычинок 3. Пестик один, с нижней завязью. Плод — коричневая семянка с волосистым беловатым хохолком на верхушке.

В СССР дико растет в лесной и степной зонах и в горах Крыма и Кавказа, на сырых лугах, в кустарниках, в травянистых степях. Разводится в Воронежской, Московской, Новосибирской, Кировской областях, в Белоруссии, Молдавии, в Краснодарском крае.

В медицине применяются корневище и корень, содержащие органические кислоты, алкалоиды и валериановое эфирное масло; употребляются препараты (настойка, эфирно-валериановая настойка, экстракт густой) для успокоения нервной системы и регулирования сердечной деятельности.

Эволюционные, прогрессивные черты этого порядка выражаются в уменьшении количества тычинок и плодолистиков, в спайлолепестности. К порядку принадлежат такие семейства, как синюховые и бурачниковые.

Семейство синюховые — Polemoniaceae — представлено в СССР несколькими дикорастущими видами. Иногда их разводят как декоративные растения. Типичным представителем семейства является синюха голубая, применяющаяся как лекарственное растение.

Синюха голубая, синюха лазоревая, или синюха лазурная, — *Polemonium coeruleum* — травянистое многолетнее растение высотой 35—120 см. Имеет корневище. Листья очередные, непарноперистые, с 7—13 парами ланцетных листочков. Нижние листья черешковые, верхние — сидячие. Цветет со второго года в июне — июле. Цветки собраны в соцветия — метелке. Чашечка с 5 лопастями. Венчик колокольчатый, голубой или фиолетовый, пятилопастный, 15—18 мм длины. Тычинок 5. Пестик с верхней трехгнездной завязью. Плод — коробочка трехгнездная, многосеменная. Все органы растения содержат сапонины; в корневище и корнях содержится 20—30% сапонинов.

В СССР распространена в лесной и лесостепной зонах Европейской части, в Западной Сибири по лесным опушкам, на лугах. Культивируется в Московской области, Белоруссии, Западной Сибири, Западной Украине, Прибалтике и центральной части нечерноземной полосы РСФСР. На Кавказе, в Средней Азии, Восточной Сибири, на Дальнем Востоке распространены другие виды синюхи, близкие к синюхе голубой.

В медицине применяются настой и отвар из корневища с корнями, таблетки из сухих экстрактов синюхи. Седативное действие синюхи в 8—10 раз сильнее действия валерианы.

Семейство бурачниковые — Boraginaceae.

Травянистые, редко деревянистые растения. Стебли серебристые. Листья очередные, цельные, без прилистников, покрытые жесткими волосками. Цветки правильные, редко неправильные. Цветки собраны в соцветиях-завитках, свернутых перед цветением улиткообразно. Окраска цветков иногда меняется во время цветения. Чашечка пятизубчатая или пятираздельная. Венчик с короткой трубкой и пятираздельным отгибом. Трубчатая эта часто закрыта чешуйчатыми придатками. Тычинок 5. Плодолистиков 2. Пестик один. Стол-

Порядок
Синюхоцветные—
Polemoniales

Семейство
Синюховые

Семейство
Бурачниковые

302. Окопник лекарственный
(*Symphytum officinale*).

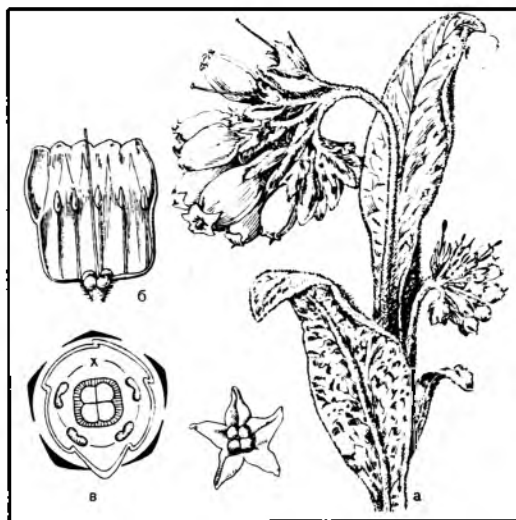
303. Чернокорень лекарственный
(*Cynoglossum officinale*).

К рис. 302

а — верхняя часть растения с соцветиями;
б — цветок в развернутом виде;
в — диаграмма цветка;
г — зев венчика, закрытый чешуйчатыми придатками.

К рис. 303

1 — соцветие;
2 — продольный разрез цветка;
3 — плоды.



бик один. Рыльце цельное или двураздельное. Завязь верхняя двугнездная. Плод — 4 орешка или костянка. Семена обычно без эндосперма.

Семейство объединяет около 1500 видов. Типичными представителями являются: окопник лекарственный, чернокорень лекарственный, синяк обыкновенный. К этому семейству относятся декоративные незабудка, гелиотроп и медоносное растение — медуница.

Окопник лекарственный — *Symphytum officinale* (рис. 302) — травянистое шершавоволосистое многолетнее растение 50—100 см высотой. Имеет корневище. Стебель крылатый. Нижние листья яйцевидноланцетные, черешковые, верхние — ланцетные, сидячие. Листья и все растение шершавое. Цветет в мае — июле. Венчик фиолетовый или беловатый, колокольчатый, с 5 чешуйчатыми придатками, закрывающими вход в венчик. Цветки собраны в соцветия-завитки на концах цветоносов.

В СССР растет дико повсеместно, кроме Крайнего Севера, на лугах, влажных местах, у дорог и как сорное растение близ жилищ.

В медицине применяется корень (отвар). Все растение ядовито. Медонос.

Чернокорень лекарственный — *Cynoglossum officinale* (рис. 303) — травянистое двулетнее сероопушенное растение с мышиным запахом. Стебель прямой, вверх ветвистый, высотой 40—100 см. Листья ланцетовидные. Цветет в мае — июне. Цветки красные, редко белые, собранные в соцветия-завитки. Плод состоит из 4 орешков, заключенных в остающейся чашечке.

В СССР растет дико по всей Европейской части, на Кавказе и в Средней Азии как сорное растение.

Чернокорень лекарственный ядовит — в корнях и семенах имеется ядовитый алкалоид циноглоссин, по действию своему похожий на яд кураре. В народной медицине применяются корни и листья. Корни и сок растения используются как инсектицидное средство для борьбы с грызунами. Из корней добывают красную краску для тканей.

Синяк обыкновенный — *Echium vulgare* — травянистое двулетнее сорное растение высотой 30—90 см. Цветет в июне—сентябре. Цветки собраны в соцветии-завитке. Цветки воронковидные, синего, редко белого цвета. Тычинки и столбик сильно выдвинуты из венчика.

В СССР дико растет повсеместно (кроме севера) по оврагам и сухим местам. Хороший медонос. Все растение ядовито.

Порядок
Норичникоцветные
Schophulariales

Прогрессивные черты, обращающие на себя внимание в этом порядке, следующие: переход от актиноморфных цветков к зигоморфным и уменьшение количества тычинок (хотя большое количество семян еще сохраняется). К порядку норичникоцветные принадлежат такие семейства, как пасленовые, норичниковые, подорожниковые.

Семейство
Пасленовые

Семейство пасленовые — *Solanaceae* — травы, реже кустарники и деревья. Многие виды имеют на стеблях и листьях железистые волоски, а также специфический запах. Листья очередные, редко супротивные, обычно простые, цельные или рассеченные, без прилистников. Цветки собраны в соцветия-завитки или одиночные. Цветки, за редким исключением, правильные, обоеполые. Чашечка из 5 сросшихся чашелистиков. Она часто остается при плоде. Венчик из 5 сросшихся лепестков, ворончатый. Тычинок 5, приросших к воронке венчика. Пестик один, образован 2 плодолистиками. Завязь верхняя, обычно двугнездная. Столбик один. Семянчик много. Большинство видов опыляется насекомыми. Плод — ягода или коробочка. Семена чаще с эндоспермом. Виды семейства богаты алкалоидами. Многие виды ядовиты.

Семейство объединяет около 2500 видов. Типичны для семейства и имеют хозяйственное значение следующие виды: белладонна, скополия, белена, дурман, стручковый перец, картофель, томат (помидор), баклажан, табак — махорка, табак душистый, петунья и др.

Белладонна, или красавка, или сонная одурь, — *Atropa belladonna* (рис. 304) — травянистое многолетнее с ветвящимся стеблем растение высотой до 200 см. Имеет ветвистые корни и корневище. Листья крупные (до 20 см длины), очередные, черешковые, цельные, яйцевидные, заостренные, цельнокрайние, попарно сближенные (листья каждой пары неравные, один из них в 3—4 раза крупнее другого). Цветет с июня до конца вегетационного периода. Цветки одиночные на коротких цветоножках, пазушные, поникшие. Венчик колокольчатый, грязно-фиолетового (реже желтого) цвета. Плод — черная (реже желтая) блестящая двугнездная многосеменная сочная ягода величиной с небольшую вишню. Ягода очень ядовита.

В СССР дико растет в юго-западных областях, в лиственных лесах Крыма, Кавказа и Карпат, на опушках, по берегам рек; кроме того, разводится на Украине.

В медицине применяются в виде настойки высушенные листья и корни, которые богаты алкалоидами (гисциамин, атропин, скополамин и др.). Употребляются как болеутоляющее и спазмолитическое средства. Атропин используется в глазной практике. Все растение очень ядовито; наблюдаются случаи отравления его ягодами.

Скополия карниольская — *Scopolia carniolica* — травянистое многолетнее растение высотой 50—80 см (очень похоже на белладонну). Ядовитое. Имеет корневище. Листья эллиптические. Цветет в апреле — мае. Цвет-

304. Белладонна (*Atropa belladonna*).305. Белена черная (*Hyoscyamus niger*).

К рис. 304

Ветвь с цветками и
плодами;
а — развернутый цве-
ток.



К рис. 305

а — плод.



ки одиночные, поникающие. Цветоножки длинные. Чашечка зеленая, колокольчатая, с 5 зубцами. Венчик снаружи буровато-фиолетового цвета, внутри желтоватый, колокольчатый 2—2,5 см длины. Тычинок 5. Пестик с верхней двугнездной завязью. Плод — многосеменная коробочка, открывающаяся крышечкой (главное отличие от белладонны, имеющей ягоду). Коробочка заключена в шаровидную чашечку.

В СССР дико растет в западных районах Украины, в Молдавии и на Кавказе (в зоне буковых лесов) в широколиственных лесах. Вводится в культуру.

В медицине используется как основное сырье (корневища с корнями) для добывания алкалоидов гиосциамин и атропин и скополамина. Скополамин применяется как успокаивающее средство.

Белена черная — *Hyoscyamus niger* (рис. 305) — травянистое двулетнее клейкое ядовитое растение с неприятным запахом, высотой 20—80 см. Листья очередные удлиненоовальные, перистолопастные, объемлющие стебель, клейкие, мягкие. Все растение покрыто мягкими волосками. Цветет в июне — июле. Цветки довольно крупные, грязно-желтые, с фиолетовыми жилками и пятном в зеве, слегка неправильные. Цветки собраны на верхушках ветвей в соцветия-извилины. Тычинок 5. Пестик с верхней завязью. Плод — яйцевидная двугнездная коробочка с крышечкой (см. рис. 219). Чашечка, имеющая колокольчатую форму, остается при плоде. Семена мелкие, буровато-серые. Во всех органах растения содержатся алкалоиды: атропин, гиосциамин, скополамин.

В СССР — широко повсеместно распространенное сорное растение (за исключением Крайнего Севера). Растет на пустырях, мусорных местах, залежах. Введена в культуру.

В медицине применяется экстракт из листьев и одревесневших стеблей (травы) как болеутоляющее и противосудорожное наружное средство.

Перец стручковый однолетний — *Capsicum annuum* — травянистое, в культуре однолетнее растение. Стебель ветвистый. Высота 30—60 см. Листья очередные яйце-

видные цельнокрайние. Цветет в июне — сентябре. Цветки белые или желтоватые, или фиолетовые. Чашечка пяти- или семизубчатая. Венчик пяти- или девятилопастный, колесовидный. Тычинки с короткими нитями. Плод — многосеменная ягода, продолговатая, красная, малосочная, кожистая, внутри полая. Жгучий вкус плода обуславливается присутствием алкалоида капсицина (0,01%).

В СССР разводится главным образом на юге Украины, в Молдавии, на Кавказе, в Нижнем Поволжье и Средней Азии. Грибовская селекционная станция вывела сорта, вызревающие под Москвой.

В медицине применяется настойка плодов: внутрь — для возбуждения аппетита и улучшения пищеварения, наружно — при отморожении (в виде мази). Плоды употребляются также как пряное и пищевое растение. Огородные сладкие сорта почти не содержат алкалоида капсицина.

Картофель — *Solanum tuberosum* (рис. 306; см. рис. 86) — травянистое многолетнее растение 60—100 см высотой; разводится как однолетнее. На подземных склонах образуются клубни. Клубни содержат 12—15% крахмала. Листья сложные педикулярноперистые, имеющие 4—5 пар супротивных долей и промежуточные мелкие доли. Цветет в конце июня — начале августа. Цветки собраны в соцветии — сложном зонтике. Чашечка сростнолистная, с 5 зубчиками. Венчик белый или фиолетово-розовый, или синий сростнолепестный, с 5 зубчиками. Тычинок 5. Пестик один, с верхней завязью и одним столбиком и рыльцем. Плод — ягода, зеленая шарообразная. В проростках и позеленевших частях клубня имеется ядовитый алкалоид соланин.

В СССР разводится повсеместно. Картофель родом из гор Южной Америки, откуда он ввезен в Европу в конце XVI века. В Россию ввезен около 1700 г., в сельском хозяйстве стал широко культивироваться только в начале XIX века. В настоящее время по размерам посевной площади картофеля и по валовому сбору СССР занимает первое место в мире.

Клубни употребляются в пищу, применяются для получения крахмала, патоки, глюкозы, саго, декстрина и спирта, идущего на производство синтетического каучука. Клубни используются для откорма свиней. Известно более 2000 сортов картофеля столового, кормового и промышленного. Селекционерами выведены ракоустойчивые сорта картофеля (Октябренок, Парнаска и др.).

Баклажан синий, или бадриджан, — *Solanum melongena* — травянистое однолетнее овощное растение высотой 30—60 см. Листья простые яйцевидные. Цветет в июне — июле. Цветки фиолетовые. Плод — ягода, сочная, очень крупная, вытянутая, около 15 см длины, темно-фиолетовая.

В СССР разводится главным образом на юге.

Плоды употребляются в пищу в печеном (якра), фаршированном виде и т. п.

Томат настоящий, или помидор, — *Lycopersicon esculentum* или *Solanum lycopersicum* — травянистое однолетнее (в культуре) овощное растение 40—120 см высотой. Имеет дважды перисторассеченные листья. Цветет в июне — июле. Все растение покрыто железистыми волосками. Цветки желтые, в зонтиках или кистях. Самоопыляется. Плод — ягода, сочная, многосеменная, красная или оранжевая, крупная.

В СССР разводится главным образом в южных районах.

306. Картофель (*Solanum tuberosum*).307. Дурман обыкновенный (*Datura stramonium*).

К рис. 306

- 1 — побег с соцветием;
2 — цветок;
3 — продольный разрез
цветка;
4 — ягода.

К рис. 307

П — плод.



Плоды употребляются в пищу в свежем или переработанном (томатный сок, пюре и др.) виде. Богаты витаминами. Из семян получают техническое и съедобное масло.

Дурман обыкновенный, или дурман вонючий, — *Datura stramonium* (рис. 307) — травянистое однолетнее неприятно пахнущее ядовитое растение высотой до 120 см. Стебель прямостоячий, в верхней части вильчатветвистый, голый, внутри полый. Листья очередные, яйцевидные, по краю неравномерно крупнозубчатые, на длинных черешках, крупные. Цветет с июня до осени. Цветки крупные, одиночные. Чашечка вдвое короче венчика, трубчатая, пятизубчатая. Венчик белый складчатый, трубчатый, с 5 зубчиками. Цветок раскрывается к вечеру. Плод — округлая четырехстворчатая (вверху, а внизу двугнездная) коробочка, покрытая шипами (см. рис. 219). Семена крупные, черные, почковидные, многочисленные. Все растение очень ядовито.

В СССР распространен как сорняк на юге и в средней полосе Европейской части, в Крыму, на Кавказе и в Средней Азии. Разводится на Украине и в Краснодарском крае.

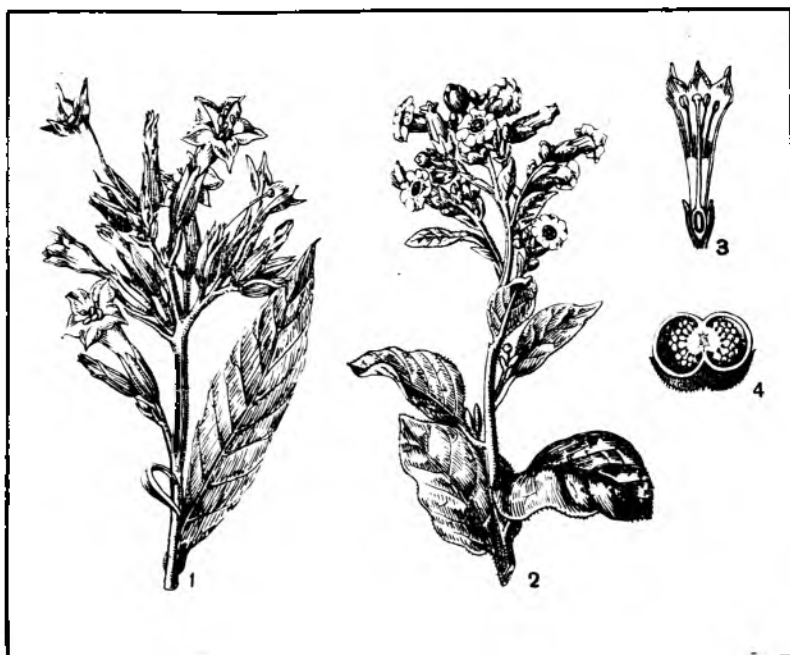
В медицине листья (препараты: астматол и астматин) употребляются как противоспазматическое и наркотическое средство при бронхиальной астме, судорожном кашле и заболеваниях дыхательных путей. В народной медицине используются при ревматизме и нервных заболеваниях. Из семян получают алкалоид атропин.

Из плодов дурмана индийского — *Datura innoxia* — готовят препарат бромистоводородный скополами, применяемый в медицине.

Табак настоящий, или виргинский, — *Nicotiana tabacum* и махорка — *N. glauca* (рис. 308) — травянистые однолетние растения, высотой 1—2 м; махорка немного ниже. У табака настоящего листья имеют черешки крылатые, заходя-

308. Табак настоящий (1) (*Nicotiana tabacum*); махорка (2) (*Nicotiana rustica*).

3 — продольный разрез
цветка;
4 — поперечный разрез
плода.



щие на стебель, венчик розовый. У махорки нижние листья имеют голые черешки, венчик желто-зеленоватый.

В СССР махорка возделывается в средней полосе, преимущественно на Украине, а табак настоящий — южнее. В листьях обоих видов содержится ядовитый алкалоид никотин. Листья махорки — сырье для добычи лимонной кислоты. Листья обоих видов применяются для курения, нюхания и жевания. Табачная пыль — инсектицид.

Как декоративное растение разводится душистый табак — *N. affinis* — и близкий к нему вид петунья — *Petunia hybrida*; высота ее 40—60 см, цветет в мае — октябре.

Широко распространены в СССР сорняки, паслен черный — *Solanum nigrum* — паслен сладко-горький — *S. dulcamara*. Паслен черный — однолетник, ягоды его черные, съедобные. Паслен сладко-горький — многолетник, ягоды красные, ядовиты.

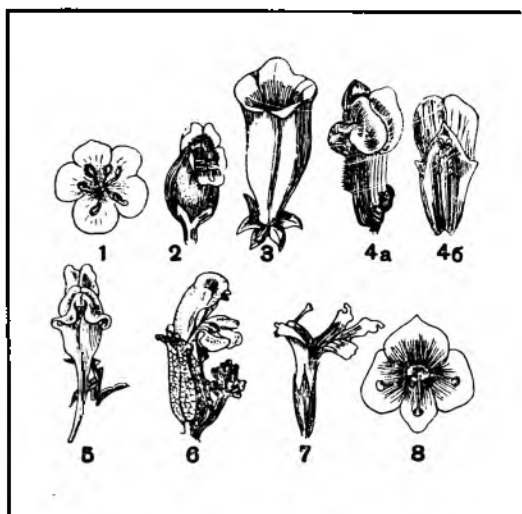
Семейство норичниковые — Scrophulariaceae — травы однолетние, двулетние и многолетние, редко кустарники и деревья. Листья цельные, очередные или супротивные, или мутовчатые, без прилистников. Цветки чаще неправильные, двугубые, со шпорой или колокольчатые, или трубчатые (см. рис. 310). Цветки одиночные или собраны в соцветия — колосья или кисти. Обоеполые. Чашечка и венчик имеют по 4—5 членов. Опыляются насекомыми. Тычинок 4—5, редко 2. Пестик один, с одним столбиком, имеющим двухлопастное или цельное рыльце. Завязь верхняя, двугнездная (редко одногнездная), образованная двумя или одним плодolistиком. Под завязью — нектарный диск. Плод — двугнездная коробочка, вскрывающаяся створками или дырочками. Редко плод — ягода. Семяпочек много. Семя с эндоспермом.

Семейство
Норичниковые

309. Наперстянка красная *Digitalis purpurea*. 310. Цветки поричниковых.

К рис. 310

- 1 — коровяка;
2 — поричника;
3 — наперстянки;
4а, 4б — львиного зева;
5 — льянны;
6 — мытника;
7 — очанки;
8 — вероники.



Семейство объединяет около 2600 видов. Типичными и лекарственными видами являются: наперстянки, коровяки, авран лекарственный, вероника лекарственная, льянка обыкновенная и др. К этому семейству относится общеизвестное декоративное растение львиный зев. Многие виды этого семейства являются полупаразитами, т. е. фотосинтезируют и одновременно присасываются своими корнями к корням других растений, например погребков, очанки и др. Есть в этом семействе и настоящие паразиты, например петров крест, паразитирующий на корнях орешника и других деревьев.

Наперстянка пурпурная, или наперстянка красная, *Digitalis purpurea* (рис. 309) — травянистое многолетнее прямостоячее растение высотой 30—120 см. Листья очередные яйцевиднопродолговатые. На верхней части стебля листья сидячие, на нижней — на длинных черешках, имеющих крылья. По краю листья городчатые, сверху — темно-зеленые, снизу — покрыты волосками и потому сероватые. Нижние листья крупные (12—35 см длины). Цветет на втором году жизни в июне — июле. Цветки собраны в соцветие — однобочную кисть длиной 50—80 см. Цветки крупные, красные (редко белые), неправильные колокольчатые, с отгибом, наперстковидные (рис. 310). Внутри цветка темные пятна и покров из волосков. Тычинок 4. Пестик один, с длинным столбиком. Завязь верхняя, двугнездная. Плод — двустворчатая многосеменная коробочка яйцевидной формы, окруженная чашелистиками.

Родина — горные леса Центральной и Юго-Западной Европы. В СССР разводят на Северном Кавказе и в более северных районах.

В медицине применяются листья как содержащие гликозиды сердечной группы (дигитоксин, гитоксин и др.).

Существует ряд видов наперстянки: наперстянка крупноцветная — *D. ambigua* или *D. grandiflora*, применяемая в медицине наряду с наперстянкой красной, имеющая крупные желтые цветки, дико растущая на Урале и в Европейской части СССР; наперстянка шерсти-

стая — *D. lanata*, дико растущая в Закарпатской и Измаильской областях и разводимая на Украине, Северном Кавказе и в Молдавии, являющаяся сырьем для получения глюкозидов. Все виды наперстянки ядовиты.

Коровяк скипетровидный, или дивина, или корвяк высокий, — *Verbascum thapsiforme* — корвяк мохнатый, или корвяк лекарственный, — *V. phlomoides* — травянистые двулетние войлочнорослые растения. В первый год жизни развивается прикорневая розетка листьев, на второй год — цветоносный стебель. Стебель прямостоячий, до 2 м высоты. Оба вида очень сходны; отличаются листьями: у корвяка мохнатого прикорневые листья яйцевидные, средние и верхние листья с пластинкой, заходящей немного на стебель, а у корвяка скипетровидного прикорневые листья продолговатоэллиптические, средние и верхние листья с пластинкой, заходящей на стебель по всей длине междоузлия. Цветут: в июле — августе корвяк скипетровидный, в июне — июле корвяк мохнатый. Цветки почти правильные, желтые, собранные на верхушке стебля в длинное колосовидное соцветие. Цветоножки короткие. Чашечка пятираздельная. Венчик опадающий, снаружи войлочный, состоит из пяти до половины сросшихся лепестков. Тычинок 5 (3 мохнатые и 2 голые), приросшие к лепесткам. Пестик с верхней двугнездной завязью. Плод — опушенная коробочка.

В СССР дико растут в средней и южной полосах Европейской части и на Кавказе на сухих песчаных местах, по лугам и близ жилья.

В медицине применяются высушенные венчики цветков — «цветы корвяка», содержащие слизистые вещества. Иногда используются и листья. Препараты из свежей травы употребляются в ветеринарии.

Аврая лекарственный — *Gratiola officinalis* — травянистое многолетнее растение высотой 20—60 см. Имеет членистое, покрытое чешуйками корневище. Стебель прямостоячий, в верхней части четырехгранный. Листья супротивные, ланцетные, 3—5 см длины и 1 см ширины. Цветет с июня до осени. Цветки одиночные, пазушные, на длинных цветоножках с двумя прицветниками. Чашечка пятираздельная. Венчик трубчатый, в $2\frac{1}{2}$ —3 раза длиннее чашечки; верхняя губа выемчатая, нижняя — трехлопастная. Две тычинки развиты, две недоразвиты. Пестик имеет верхнюю двугнездную завязь и двухлопастное рыльце. Плодоносит с июля. Плод — коробочка 5—6 мм длины. Много мелких семян.

В СССР встречается в степной и южной частях лесной зоны Европейской части, в Закавказье, Средней Азии и Западной Сибири на сырых местах, по берегам водоемов.

В народной медицине используется надземная часть растения (травя), содержащая гликозиды грациозид и грациотоксин. Растение ядовито.

Семейство
Подорожниковые

Семейство подорожниковые — *Plantaginaceae* — в СССР представлено 30 видов, произрастающими главным образом в Средней Азии и на Кавказе. Типичным представителем семейства является подорожник большой.

Подорожник большой — *Plantago major* — многолетнее травянистое растение. Имеет корневище. Листья в прикорневой розетке, черешковые, широкояйцевидные, цельнокрайные, длиной около 12 см, с 3—9 продольными дугообразными жилками. Образует одну или несколько цветочных

стрелок высотой 10—45 см. Цветет в мае — сентябре. Цветки мелкие, собранные в соцветии-колосе. Чашечка и венчик четырехраздельные. Тычинок 4; они длиннее трубки венчика. Пестик с верхней двугнездной завязью. Плод — многосеменная коробочка.

В СССР произрастает повсеместно около дорог, на огородах и полях. Введен в культуру.

В медицине применяются настой и сок из свежих листьев при желудочно-кишечных заболеваниях, для заживления ран, в народной медицине — при ожогах.

К прогрессивным чертам этого порядка относится зитоморфия цветка. Андроей редуцирован до двух тычинок у некоторых.

Семейство губоцветные — Labiales — травы или полукустарники. Стебель четырехгранный. Листья супротивные цельные без прилистников. Цветки собраны в пазухах листьев сжатыми дихазиями, образующими полумутовку. Цветки неправильные. Опыляются насекомыми. Чашечка трубчатая с 5 зубцами, часто двугубая. Венчик двугубый; верхняя губа образована двумя сросшимися лепестками, а нижняя — тремя. Реже венчик почти правильный или одnogубый. Нижние сросшиеся части лепестков образуют трубочку венчика. Тычинки срослись с трубочкой венчика; из 4 тычинок две нижние длиннее двух верхних. Иногда тычинок только две. Пестик один, образован двумя плодолистиками. Завязь верхняя четырехгнездная. Столбик один, с двлопастным рыльцем. Плод — сборный, из 4 орешков. Семена с эндоспермом. Многие виды имеют на листьях и стеблях своеобразные железки, железистые чешуйки и волоски, выделяющие эфирное масло.

Семейство объединяет около 3400 видов. В числе этих видов многие являются лекарственными и эфиромасличными растениями, например шалфей лекарственный, мята перечная, базилик камфарный, пустырник пятилопастный, лаванда настоящая, душица, чебрец, мелисса лекарственная и др.

Шалфей лекарственный, или шалфей аптечный — *Salvia officinalis* (рис. 311) — полукустарник высотой 20—50 см. Стебли серовато-зеленые, четырехгранные. Листья супротивные, овальнопродолговатые, морщинистые, серовато-зеленые, на длинных черешках. Цветет в июне — июле. Цветки зигоморфные, собраны в мутовках по 6—10, образуют колосовидное соцветие. Цветки сине-фиолетовые, розовые или белые. Верхняя губа шлемовидная. Тычинок 2; тычинки сильно видоизменились и специально приспособлены к перекрестному опылению (см. рис. 211). Пестик с верхней завязью. Плод состоит из 4 орешков. Эфиромасличное растение.

В СССР разводится на Украине, в Молдавии, на Северном Кавказе, в Крыму.

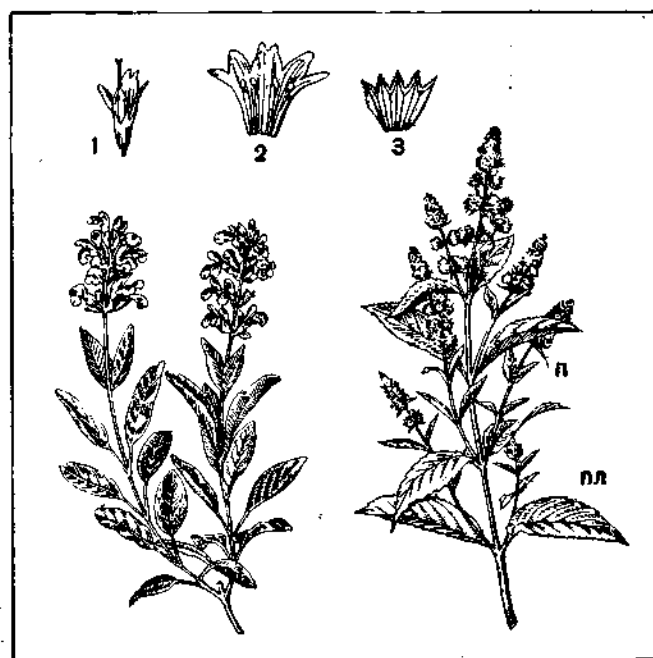
В медицине применяются листья в виде настоя для полоскания полости рта и горла при стоматитах и катарах верхних дыхательных путей. Эфирное масло шалфея используется для ароматизации зубного порошка. Шалфей — хороший медонос.

Мята перечная, или мята английская, или мята холодная, *Mentha piperita* (см. рис. 311) — травянистое многолетнее растение высотой 30—100 см. Имеет корневище. Стебли ветвистые, темно-фиолетовые. Листья яйцевидноза-

Порядок
Вербеноцветные —
Lamiales
Семейство
Губоцветные

311. Слева — шалфей лекарственный (*Salvia officinalis*),
справа — мята перечная (*Mentha piperita*).

- 1 — цветок;
2 — развернутый венчик;
3 — развернутая чашечка;
и — прицветник;
мл — кроющий лист.



остреннне, короткочерешковые, по краю остропильчатые. При растирании листья, как и другие части растения, издают резкий мятный запах (содержат до 5% эфирного масла). Цветет в июне — августе. Цветки почти правильные, розовые, собранные в колосовидных соцветиях. Венчик четырехлопастный. Все 4 тычинки одинаковой длины, прикреплены к венчику. Плод состоит из 4 орешков. Редко дает семена; размножается вегетативно.

В СССР разводится как эфиромасличное растение преимущественно в колхозах и совхозах Украины, Северного Кавказа и Воронежской области.

В медицине применяются листья и соцветия, из которых добывают мятное эфирное масло, утоляющее боль в желудке. Из мятного масла получают ментол, применяемый как обезболивающее средство. Мятное масло используется также в пищевой промышленности (мятные конфеты, мятные пряники и пр.) и в парфюмерии (зубной порошок и др.). Мята — медоносное растение.

Базилик мятолистный, или базилик камфарный, — *Ocimum menthifolium* — ветвистый полукустарник высотой 45—80 см. Листья богаты эфирным маслом (4—5%). Листья супротивные, короткочерешковые, яйцевидные. Цветет в июле — августе (на юге до ноября). Чашечка беловатощерстистая, двугубая. Венчик беловатый или розоватый, двугубый. Плоды — орешки.

В СССР разводится как однолетнее растение на Украине, в Воронежской области, в Краснодарском и Ставропольском краях.

В эфирном масле надземной части растения («травы») содержится до 70% камфары, применяемой в медицине как возбуждающее сердечную деятельность и противовоспалительное средство, а также в технике (производство целлуло-

312. Пустырник пятилопастный (*Leonurus quinquelobatus*).

да и др.). В настоящее время камфара получается более рентабельным способом — окислением пихтового эфирного масла.

Пустырник пятилопастный, или пустырник мохнатый, или пустырник волосистый, — *Leonurus villosus* или *L. quinquelobatus* (рис. 312) — травянистое многолетнее растение высотой 50—150 см. Имеет корневище. Несколько стеблей полых, четырехгранных. Листья супротивные трех- или пятипальчатораздельные, на черешках. Цветет в июне — сентябре. Цветки мелкие двугубые, собраны мутовками в пазухах верхних листьев. Прицветники шиловидные, колючие. Верхняя губа венчика розовая, снаружи мохнатая; венчик около 12 мм длины. Тычинок 4. Пестик с верхней четырехраздельной завязью. Плод состоит из 4 орешков.

В СССР растет дико по всей Европейской части, кроме Севера, на Кавказе и в Западной Сибири по пустырям, сорным местам, сухим берегам рек, обрывам.

В медицине применяются верхние части цветущего растения (настой и настойка). На центральную нервную систему оказывает более сильное успокаивающее действие, чем валериана. Хороший медонос.

Лаванда колосовая — *Lavandula vera* или *L. spica*, или *L. officinalis* — полукустарник вечнозеленый, опушенный, многолетний, 30—60 (100) см высотой. Листья супротивные, сидячие, ланцетнолинейные, с масляными железками; при растирании сильно пахнут. Цветет в июне — июле. Цветки голубые или фиолетовые, редко белые или розовые, собраны по 6—10 в ложные мутовки, образующие колосовидное соцветие. Плоды — орешки.

В СССР разводится в Крыму, на Кавказе и в Средней Азии.

Из соцветий добывается лавандовое эфирное масло, обладающее антисептическими свойствами. Масло также применяется для изготовления одеколонов, экстрактов и т. п. Высушенные цветки используются для пересыпки одежды от моли и т. п. Хороший медонос.

Душица обыкновенная — *Origanum vulgare* — травянистое многолетнее ароматное растение, часто в виде полукустарника, 30—90 см высотой. Имеет корневище. Стебли прямые, ветвистые, четырехгранные. Листья супротивные, черешковые, продолговатояйцевидные. Цветет в июле — сентябре. Цветки мелкие лилово-розовые, собранные по 5—25 в колоски, образующие в свою очередь щитки, которые собраны в соцветие-метелку. Плод — 4 орешка, заключенных в чашечку.

В СССР дико растет по всей Европейской части, за исключением Крайнего Севера, на Кавказе, в Южных районах Сибири по кустарникам и лесам, лугам, в горах.

В медицине применяется настой травы. Употребляется и в народной медицине.

Тимьян ползучий, или чебрец, или богородская трава, *Thymus serpyllum* — невысокий (до 10—15 см высоты) полукустарничек. Стебель стелющийся. Имеет сильный приятный запах. Листья черешковые супротивные, эллиптические, 5—10 мм длины, цельнокрайние. Цветет в июне — июле. Цветки двуполые и женские собраны головками на концах веточек. Чашечка двугубая, около 4 мм длины. Венчик двугубый, розово-лиловый, 5—8 мм длины. Тычинок 4. Пестик с верхней завязью. Плод состоит из 4 коричневатых орешков с остающейся при них чашечкой.

В СССР произрастает в лесной и лесостепной зонах Европейской части, в Западной Сибири и Забайкалье на песчаных почвах, в сосновых лесах. Имеется много других родственных видов, широко распространенных в СССР, одинаково используемых для лечебных целей.

«Трава» тимьяна ползучего (отвар и жидкий экстракт) применяется в медицине. Главным действующим веществом является тимол, содержащийся в эфирном масле «травы».

Мелисса лекарственная — *Melissa officinalis* — многолетнее травянистое растение с лимонным запахом. Имеет корневище. Стебель четырехгранный, высотой 50—120 см с волосками. Листья черешковые, супротивные, яйцевидные, городчатопильчатые. Цветет в июне — сентябре. Цветки зигоморфные, собранные в однобокие мутовки. Чашечка колокольчатая, двугубая. Венчик белый или розовый, двугубый, длиннее чашечки. Тычинок 4. Пестик имеет верхнюю четырехраздельную завязь и длинный, расщепленный на два, столбик. Плод состоит из 4 орешков, заключенных в остающуюся чашечку.

В СССР произрастает на Кавказе, в южных районах Европейской части и в Средней Азии среди кустарников, по лесным опушкам, на сорных местах. Введена в культуру.

В народной медицине применяется (листья и верхушки побегов) как противосудорожное, болеутоляющее и сердечное средство. Эфирное масло, содержащееся в «траве», сильно пахнет лимоном и потому используется в фармацевтической промышленности для ароматизации лекарств.

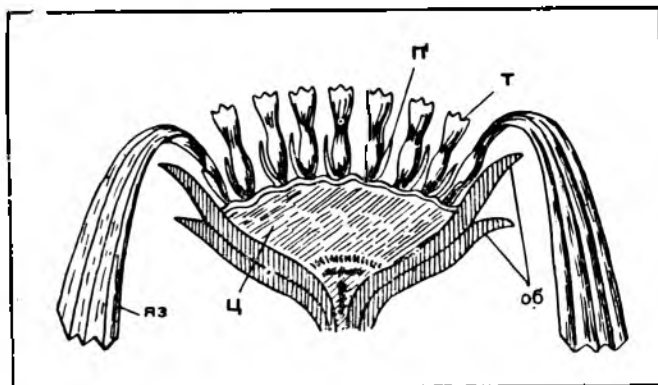
Это самый молодой порядок из двудольных. Он состоит из одного семейства сложноцветных.

Семейство сложноцветные — *Compositae* — травы, реже кустарники, лианы и небольшие деревья. Листья очередные или супротивные. Пролістников нет. Цветки правильные и неправильные, обоеполые или однополые, или бесполое. Опыляются насекомыми. Обычно мелкие и многочисленные цветки собраны в соцветия — корзинки или головки.

Порядок
Астроцветные —
Compositales,
или *Asterales*
Семейство
Сложноцветные

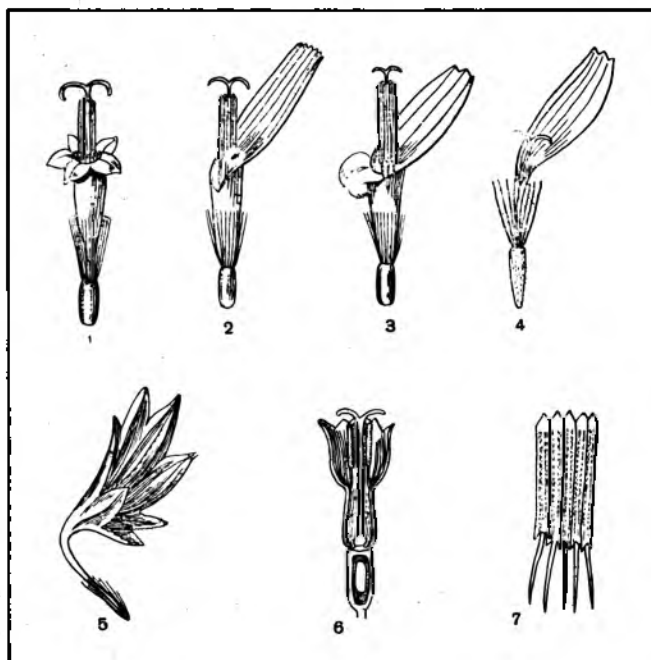
313. Продольный разрез корзинки сложноцветных (схема).

об — обертка;
ц — цветоложе;
яз — язычковые цвет-
ки;
т — трубчатые цветки;
п — пленчатые прицвет-
ники.



314. Цветки сложноцветных.

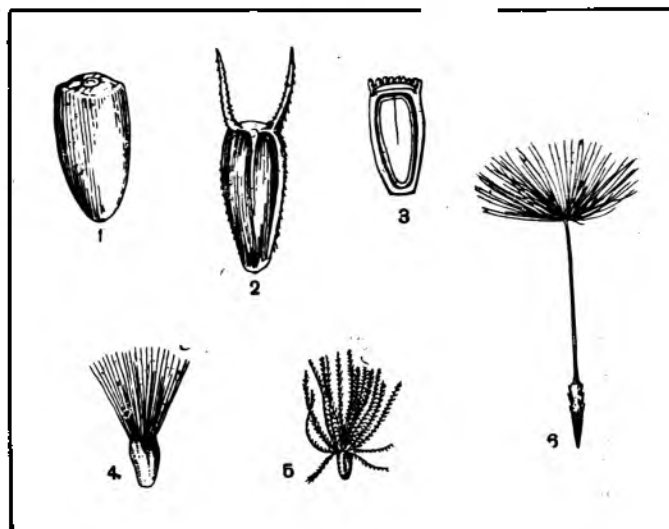
1 — трубчатый;
2 — язычковый;
3 — двугубый;
4 — ложноязычковый;
5 — воронковидный;
6 — продольный разрез
трубчатого цветка;
7 — разнерстые ты-
чинки.



У основания корзинки имеется обертка, состоящая из листочков, расположенных черепитчато или в ряд, или в несколько рядов. Ложе корзинки бывает покрыто пленчатым прицветничками (рис. 313). Чашечка отсутствует или превратилась в волоски или зубчики. Венчик сростнолепестный, правильный, трубчатый или неправильный, язычковый, ложноязычковый, воронковидный (рис. 314). В корзинке бывают все цветки одного типа или двух типов: краевые — язычковые, внутренние — трубчатые. Краевые цветки часто бесплодные или женские. Тычинок 5, приросших нитями к венчику. Пыльники спаяны, образуя трубочку, через которую проходит столбик, выталкивающий выделяемую пыльниками пыльцу наружу. Рыльце двулопастное, созревает позже пыльников. Завязь нижняя, образована двумя плодолистниками. В круг основания столбика находится нектаровосное кольцо. Плод — семянка. Часто плод имеет хохолок из волосков, и

315. Плоды сложноцветных.

- 1 — подсолнечника;
2 — череды;
3 — цикория;
4 — чертополоха;
5 — будяка;
6 — одуванчика.



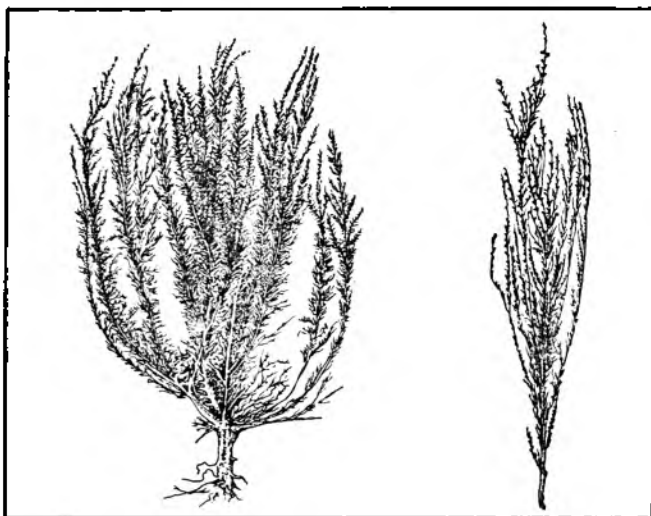
могающий распространению плода ветром, или щетинки, прицепляющие плод к шерсти животных, что способствует его распространению (рис. 315). Семена без эндосперма. У некоторых видов имеются железки, вместилища смолистых веществ и млечники.

Семейство объединяет 15 000—25 000 видов (различные систематики делят на разное количество видов все разнообразие форм этого семейства), среди которых много сорных и полезных.

Из полезных видов прежде всего следует назвать лекарственные растения — полыни, сущеницу болотную, крестовник широколистный, ромашки, одуванчик, тысячелистник, мать-и-мачеху, арнику, песчаный бессмертник, левзею, ноготки, лопух большой, пижму, девясил, мордовник, череду, василек синий; масляные растения — подсолнечник, сафлор и др.; овощные растения — салат, цикорий и др.; кормовые растения — земляная груша; декоративные растения — астры, хризантемы, георгины, маргаритки, цинерарии и др. Из сорняков широко распространены осоты, будяки, васильки, полыни, чертополохи, ромашки и др. Сложноцветные очень распространены по всему земному шару и составляют 10% всей флоры цветковых растений.

Полынь цитварная, или дарминая, — *Artemisia cinna* (рис. 316) — полукустарник высотой 40—70 см. Деревянистые корни достигают 1,5—2 м длины. Листья очередные, серо-зеленые, двоякоперисторассеченные, покрыты волосками. Растение имеет своеобразный запах, напоминающий запах камфары. Цветет в начале сентября. Соцветия — мелкие корзинки, собранные в метелки. Соцветия-корзинки содержат по 3—6 цветков. Цветки очень мелкие, трубчатые, желтые или красные. Цветки скрыты листочками обертки. Листочки обертки и соцветия содержат эфирное масло и ядовитый сантонин. Плод — семянка.

В СССР растет дико на юге Казахстана, в районе Чимкента по долинам рек в предгорных районах, являясь ландшафтным растением для глинистых пустынь. Ни в каких других странах не растет.

316. Полынь цитварная (*Artemisia cinna*).

В медицине применяются соцветия («цитварное семя») и добываемый из них сантонин как глистогонное средство. Эфирное масло используется в качестве антисептического средства.

Полынь горькая — *Artemisia absinthium* — травянистое серовато-серебристое многолетнее растение со своеобразным запахом. Дает корневую поросль, имеет корневище. Стебли прямостоячие, 50—100 см высоты. Листья тройкоперистые. Прикорневые и нижние стеблевые листья черешковые, срединные и верхние — сидячие. Листья с верхней стороны серовато-зеленые, с нижней — серебристые. Цветет в июле — августе. Соцветия — шаровидные корзинки, очень мелкие (около 3 мм в диаметре), собранные в метелки. Цветки трубчатые. Желтые мелкие плоды — семянки.

В СССР растет повсеместно, кроме северных районов, на полях, сухих лугах, у дорог, на сорных местах.

В медицине применяются высушенные листья и соцветия как улучшающие пищеварение и аппетит. Используется также в народной медицине и в ветеринарии. Надземные части содержат эфирное масло, обладают приятным запахом и горьким вкусом и потому применяются в ликеро-водочном производстве.

Полынь обыкновенная, или чернобыльник, — *Artemisia vulgaris* — травянистое многолетнее растение высотой 100—150 см. Имеет корневище. Листья очередные, постепенно уменьшающиеся к верхушке стебля, сверху темно-зеленые, голые, снизу беловолочные, имеют разную рассеченность пластинки — от выемчатозубчатой до глубокоперисторассеченной. Цветет в июне — сентябре. Цветки собраны в соцветиях-корзинках, образующих в свою очередь метельчатое соцветие. Все цветки плодущие, красноватые. Плод — семянка.

В СССР произрастает повсеместно как сорное растение у дорог, по огородам, пустырям, по берегам рек, в лесах, среди кустарников.

В народной медицине используются верхушки цветущих растений и корни.

Сушеница болотная, или сушеница топяная, — *Gnaphalium uliginosum* (рис. 317) — травянистое однолетнее

317. Сушенница болотная (Gnaphalium uliginosum).

318. Крестовник широколистный (Senecio platyphyllus).

К рис. 318

- 1 — корневище и корни;
2 — корневище;
3 — лист;
4 — побег с соцветиями;
5 — корзинка;
6 — обертка;
7 — плод с хохолком.



растение, покрытое белым войлоком, высотой не более 25 см. Стебель ветвистый. Листья линейные, очередные. Цветочные корзинки очень мелкие, собраны группами. Цветет в июне — августе. Цветки мелкие, желтые. Плод — семянка с хохолком, легко опадающим.

В СССР растет в лесной и лесостепной зонах, в Сибири, на Кавказе и Дальнем Востоке по болотам, сырым лугам, на полях и как сорняк у дорог.

В медицине применяются настойка, экстракт, таблетки.

Крестовник широколистный — *Senecio platyphyllus* (рис. 318) — травянистое многолетнее растение, достигающее 150 (редко 250) см высоты. Имеет толстое корневище. Листья крупные, сердцевидные, очередные, черешковые; стеблевые листья постепенно уменьшаются к верхушке стебля. Цветет в июне — августе. Цветки трубчатые, обоополые, желтые, собранные в 5—15-цветковых корзинках, образующих на концах ветвей щитковидные метелки. Плод — продолговатая, голая, зеленовато-коричневая семянка около 4 мм длины. Растение содержит алкалоид платифиллин. В СССР растет дико на Кавказе как сорняк. Вводится в культуру в центральной и западной частях нечерноземной полосы РСФСР, в Прибалтике, Белоруссии, западных районах Украины. В медицине платифиллин применяется при различных заболеваниях.

Ромашка аптечная, или ромашка лекарственная, — *Matricaria chamomilla* (рис. 319) — травянистое однолетнее растение высотой 15—40 см. Стебель ветвящийся, голый. Листья сидячие, очередные, дважды- или триждыперисторассеченные; их дольки узколинейные, остроконечные. Цветет в мае — сентябре. Соцветия — мелкие (в поперечнике около 1,5—2 см) корзинки, многочисленные, душистые (в особых железках содержат эфирное масло), на голых цве-

К рис. 319

Справа — продольный
разрез через соцветие.319. Ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla*).320. Кавказская ромашка красная (*Pyrethrum roseum*).

тоножках. Соцветие состоит из конического, внутри полого цветоложа (см. рис. 319), 12—18 белых краевых язычковых женских цветков и многочисленных желтых срединных трубчатых обоеполых цветков. Плод — семянка.

В СССР растет дико в средней и южной полосах Европейской части, на Кавказе, в южных районах Сибири и в Средней Азии у дорог и в полях как сорное растение. Введена в культуру.

В медицине применяют внутрь цветущие корзинки (настой) и наружно как вяжущее, противовоспалительное средство (полоскания, припарки, ванны, клизмы).

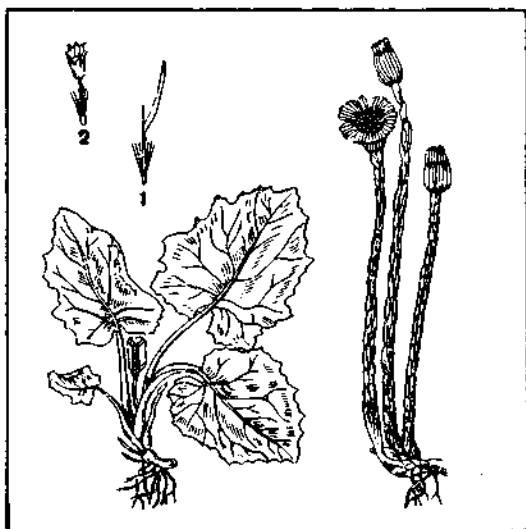
В медицине используются также цветущие корзинки ромашки душистой, или ромашки безязычковой, — *M. discoidea*, или *M. suaveolens* или *M. matricarioides*, широко распространенной как сорняк в полях северной полосы Европейской части СССР, Западной Сибири и Дальнего Востока. Корзинки у этой ромашки не имеют белых краевых язычковых цветков.

Ромашка далматская, или пиретрум цинерариелистный, *Pyrethrum cinerariaefolium*, кавказская ромашка розовая — *P. roseum*, кавказская ромашка красная, или пиретрум мясо-красный — *P. carneum* (рис. 320) — травянистые многолетние растения. В СССР разводят далматскую ромашку на Украине, Северном Кавказе, в Молдавии и Средней Азии. Из ее цветков готовят «далматский порошок» против насекомых. Кавказские ромашки растут дико в горах Кавказа; из их цветков готовят «персидский порошок» против насекомых. В медицине применяются высушенные и размолотые в порошок соцветия под названием «пиретрум» и спиртовое извлечение из них под названием «флицид» как средство для борьбы с насекомыми, паразитирующими на человеке, вредителями культурных растений и паразитами животных. Для человека и теплокровных животных «пиретрум» малоядовит.

Тысячелистник обыкновенный, или деревей, — *Achillea millefolium* — травянистое, многолетнее, ред-

321. Мать-и-мачеха (*Tussilago farfara*).

1 — краевой ложно-
язычковый цветок;
2 — срединный трубчатый
цветок.



ко опушенное растение. Имеет корневище. Стебель прямостоячий высотой 20—50 см. Листья удлинённые, дважды перисторассечённые, сидячие или на коротких черешках, с заостренными долями. Цветет в июне — сентябре. Цветки собраны в мелкие беловатые продолговатые яйцевидные корзиночки, которые в свою очередь собраны в щиток на верхушке стебля. В каждой корзиночке в центре растут желтые трубчатые цветки, а по краю — белые или розовые ложноязычковые лепестковидные цветки. Обертку корзинки образуют зеленоватые, по краю пленчатые листки. Корзинки издают полынный запах. Плод — семянка.

В СССР дико растет повсеместно, кроме северных районов Сибири и Дальнего Востока, пустынных районов Средней Азии, Казахстана и Нижнего Поволжья, в лугах, на полях, в лесах, садах как сорняк.

В медицине применяются соцветия и листья (жидкий экстракт и настой) как средство, улучшающее пищеварение и приостанавливающее кровотечение. Используется также при изготовлении горьких ликеров.

Мать-и-мачеха обыкновенная — *Tussilago farfara* (рис. 321) — травянистое многолетнее растение, 10—25 см высоты. Имеет ветвистое длинное корневище. Стебли покрыты чешуйчатыми буро-красными сидячими листьями. После цветения образуются прикорневые листья. Эти листья черешковые, сердцевидные, 10—15 см ширины, неравнозубчатые, снизу покрытые беловатыми войлочными волосками, а сверху темно-зеленые голые. Цветет в апреле — мае. Цветки желтые, собраны в корзинку, 1—2 см ширины, на верхушке стебля. Краевые цветки корзинки узкоязычковые, пестичные. В центре корзинки — трубчатые мужские цветки. Плод — семянка с хохолком из волосков.

В СССР дико растет повсеместно как сорняк по полям, дорогам, оврагам, берегам рек и т. п.

В медицине применяются листья и соцветия как отхаркивающее средство.

Арника горная — *Arnica montana* — травянистое многолетнее растение с довольно крупными (5—8 см в диаметре)

одиночными оранжевыми корзинками. Высота растения 20—60 см. Цветет в июне — августе. В СССР дико растет главным образом в карпатских районах западных областей Украины, реже — в Белоруссии, Литве и Латвии, на горных лесных лугах, лесных полянах и, реже, на равнинах. В медицине применяется отвар и настойка соцветий.

Бессмертник песчаный, или цмин песчаный, — *Helichrysum arenarium* — травянистое многолетнее растение, покрытое войлочными волосками высотой 20—35 см. Имеет корневище. Листья очередные, ланцетовиднолинейные. Цветет в июне — августе. Цветки собраны в мелкие шаровидные корзинки, в свою очередь собранные в щитовидные метелки. Обертки состоят из желтых перепончатых листиков. Срединные цветки корзинки трубчатые, обоюполые, а краевые — нитевиднотрубчатые, женские. Плоды — семечки с хохолком.

В СССР растет дико в средней и южной полосах Европейской части, на Кавказе, в Западной Сибири и Средней Азии, по песчаным местам.

В медицине применяются настойка и отвар соцветий при болезнях печени, желчного пузыря и желчных путей.

Левзея сафлоровидная, или большоголовник сафлоровидный, или маралий корень, — *Rhaponticum carthamoides* — многолетнее травянистое растение высотой 0,5—1,8 м. Имеет корневище, которое, как и корни, обладает специфическим запахом. Стебли неветвистые. Листья очередные, глубокоперисторассеченные, постепенно уменьшающиеся к верхушке. Цветет в июле — августе. Соцветие — шаровидная корзинка, сидящая на верхушке стебля, шириной 3—6 см. Цветки фиолетово-лиловые, обоюполые, с пятинадрезанным венчиком. Тычинок 5. Пыльники срослись в трубку. Пестик с нижней завязью. Плоды — буроватые продольноребристые семечки.

В СССР произрастает только в Сибири (Саяны, Алтай, Кузнецкий Алатау), в горах, в лесу. Введена в культуру (в Московской, Новосибирской областях).

В медицине применяется жидкий экстракт корневища с корнями и напиток «Саяны» как стимулирующее средство при расстройстве нервной системы.

Ноготки лекарственные, или календула лекарственная, *Calendula officinalis* — однолетнее травянистое растение высотой 30—50 см. Стебель ребристый, покрытый железистыми волосками. Листья очередные, 3—13 см длины; нижние — черешковые, удлиненообратнояйцевидные, верхние — сидячие, ланцетные. Цветет с июня до зимы. Цветки собраны в соцветия-корзинки, имеющие около 4 см в диаметре. Обертка блюдцевидная. Краевые цветки язычковые, пестичные, желтые. Срединные цветки оранжевые, тычиночные (5 тычинок). Плоды — согнутые семечки.

В СССР разводится (редко встречается в одичавшем состоянии) в Краснодарском крае, в Полтавской и Московской областях, а также в южных районах Европейской части и на Кавказе.

В медицине применяются настои и настойки цветочных корзинок.

Лопух большой — *Arctium lappa*, или *Lappa major*, — двулетнее травянистое растение высотой 60—180 см. Стебель прямостоячий, ребристый, красноватый. Листья черешковые, постепенно уменьшающиеся к верхушке стебля, сердцевидные, зубчатые, снизу сероватойлочные, достигающие в дли-

ну и ширину 50 см. Цветет в июле—августе. Цветки собраны в соцветиях — шаровидных корзинках, собранных в свою очередь в щитки или щитковидные метелки. Цветки трубчатые, обоеполые. Чашечка в виде хохолка. Венчик пурпурно-лиловый. Тычинок 5, сросшихся пыльниками. Пестик с нижней одногнездной завязью. Плод — семянка с хохолком.

В СССР произрастает в степной, лесостепной и лесной зонах Европейской части, на Кавказе, в Средней Азии, Сибири и на Дальнем Востоке, на сорных местах, на окраинах полей, у дорог.

В медицине применяются отвар и настой из корней лопуха как мочегонное средство. Настой корней на оливковом или репейном масле называется «репейным маслом» и применяется наружно для укрепления волос. В народной медицине корень лопуха («репейный корень») употребляется внутрь и как наружное.

Пижма обыкновенная, или дикая рябинка, — *Tanacetum vulgare* — травянистое многолетнее растение высотой 50—150 см с сильным запахом. Имеет корневище. Листья очередные, голые, эллиптические, перисторассеченные; нижние — черешковые, верхние — сидячие. Доли листа ланцетные, перистонадрезанные. Цветки собраны в мелкие корзинки, 7—12 мм в диаметре, которые в свою очередь собраны в щитовидные метелки. Цветки трубчатые, оранжевые; краевые цветки — пестичные, с трехзубчатым венчиком, срединные цветки — обоеполые с пятизубчатым венчиком. Тычинок 5, пыльники спаяны в трубочку. Пестик имеет нижнюю одногнездную завязь. Плод — семянка длиной 1,5—0,8 мм.

В СССР произрастает повсеместно, кроме Крайнего Севера и пустынь, по межам, обочинам дорог, на лугах, лесных полянах, по берегам рек и в степях.

В медицине применяются соцветия в виде порошков или водных настоев как противоглистное, а также при болезнях печени и кишечных заболеваниях.

Девясил высокий, или девясил лекарственный, — *Inula helenium* — травянистое многолетнее растение высотой 100—175 см. Корневище и корни бурые, внутри желтоватые. Стебли бороздчатые, короткоопушенные. Листья очередные, бархатистые, неравнозубчатые. Прикорневые листья эллиптические, черешковые, стеблевые — продолговатойцевидные, короткочерешковые или сидячие. Цветет в июле — сентябре. Соцветия — корзинки. Листочки обвертки расположены черепитчато. Цветки желтые; краевые — пестичные, язычковые, срединные — обоеполые, трубчатые. Тычинок 5. Пылинки срослись в трубку. Пестик с нижней одногнездной завязью. Плод — семянка с хохолком, вдвое превышающим ее длину.

В СССР произрастает на Кавказе, в Средней Азии, в степной и лесостепной зонах Европейской части, в Западной Сибири, по берегам водоемов, в лугах, на лесных полянах, среди кустарников.

В медицине применяется отвар корней и корневищ. Эфирное масло обладает антисептическими и противоглистными свойствами.

Мордовник обыкновенный, или крутой, — *Echinos ritro* — травянистое многолетнее растение высотой 30—80 см с толстым стержневым корнем. Стебли беловолочные. Листья очередные, 6—20 см длины, глубокоперистораз-

дельные, сверху зеленые, снизу беловолючные. Нижние листья черешковые, относительно крупные, остальные — сидячие, постепенно уменьшающиеся к верхушке стебля. Цветет в июне — августе. Соцветия — шаровидные головки, 2,5—5 см в диаметре, расположенные поодиночке на концах ветвей. Каждый цветок соцветия представляет собой одноцветковую корзинку, имеющую много рядов листочков обертки. Чашечка — в виде хохолка из коротких щетинок. Венчик синий, трубчатый. Тычинок 5, спаянных пыльниками. Пестик с нижней одногнездной завязью. Плод — семянка длиной до 7—9 мм.

В СССР произрастает в черноземно-степной зоне Европейской части, в Западной Сибири и Казахстане, на Кавказе и в Средней Азии, в разнотравных степях, на каменистых склонах, на прибрежных галечниках и песках.

В медицине применяется получаемый из плодов алкалоид эхинопсин (эхинопсин азотнокислый).

Черда трехраздельная, или золотушная трава, — *Bidens tripartita* — однолетнее растение высотой 15—60 см. Стебель почти от основания ветвистый, ветви супротивные. Листья с крылатыми черешками, супротивные, трехраздельные, 3—7 см длины; доли листьев ланцетные. Цветет в июне — сентябре. Цветки обоеполые, собранные в соцветия-корзинки, буро-желтые. Плоды — продолговатые сплюснутые семянки длиной 6—8 мм.

В СССР произрастает всюду, кроме Крайнего Севера, по сырым берегам, канавам, на болотах и как сорняк на полях и огородах. Возделывается.

В медицине применяется настой и настойка «травы».

Василек синий, или василек полевой, — *Scutellaria cyanus* — однолетнее растение высотой 30—100 см. Средние и верхние листья — сидячие, линейные, цельнокрайные. Цветет в июне — июле. Цветки в одиночных корзинках. Обертки корзинок состоят из черепитчатых, налегающих друг на друга листочков. Краевые цветки бесполое, голубые, воронковидные, неравнозубчатые, внутренние — обоеполые, фиолетовые, трубчатые, более мелкие. Тычинок 5, со сросшимися в трубочку пыльниками. Пестик с нижней одногнездной завязью. Плод — семянка с хохолком на верхушке; хохолок состоит из неравных волосков.

Произрастает в Европейской части СССР (за исключением северных и южных районов), на Кавказе, в Сибири, Средней Азии и на Дальнем Востоке, в посевах как сорняк и по залежам, в огородах.

В медицине применяются краевые цветки корзинок; используется также в народной медицине.

Подсолнечник однолетний, или подсолнечник культурный — *Helianthus annuus* — травянистое однолетнее масличное растение. Стебель прямостоячий, деревенеющий, высотой 1—3 м. Листья очередные, крупные (пластинка 10—30 см длины), простые, сердцевидные, черешковые, по краю зубчатые. Цветет в июле — августе. Цветки собраны в одной крупной пониклой корзинке (до 40 см в диаметре) на вершине стебля. Краевые цветки в корзинке язычковые, желтые, бесполое, внутренние — трубчатые, темно-оранжевые, обоеполые. Корзинка подсолнечника в течение дня поворачивается вслед за движением солнца, откуда произошло и название растения. Плод — семянка. Семена содержат до 38% (в среднем 30—33%) жирного масла.

В СССР широко разводится как основная масличная культура в степной и лесостепной зонах Европейской части, в Западной Сибири, Казахстане и Закавказье.

Из семян добывают жирное подсолнечное масло, применяемое в пищу (подсолнечное масло, маргарин) и для технических целей (мыло, краски). В медицине применяется экстракт из листьев и краевых цветков как горечь для улучшения аппетита. В народной медицине используются краевые цветки и листья. Семянки также употребляют в пищу в сыром и поджаренном виде («семечки»). Подсолнечный жмых идет на корм скоту. Из стеблей добывают поташ.

Земляная груша, или топинамбур, — *Helianthus tuberosus* — травянистое многолетнее растение высотой 1—5 м. Образует подземные клубни (стеблевого происхождения). Листья нижние супротивные, сердцевидной или овальной формы, верхние — очередные, ланцетные. Цветет в августе — сентябре. Корзинки из желтых цветков, прямостоячие. Плод — семянка.

В СССР разводится из-за клубней, содержащих много (около 15%) инулина и поэтому сладких на вкус, употребляемых в пищу и на корм скоту. Из клубней добывают фруктозу. Встречается в одичалом состоянии на Украине и Северном Кавказе. Ценное кормовое растение.

Одуванчик лекарственный, или одуванчик обыкновенный, — *Taraxacum officinale*, или *T. vulgare* — травянистое многолетнее растение. Имеет стержневой корень. Листья в прикорневой розетке. Листья ланцетные, глубокоперисторассеченные на треугольные доли. Цветочный стебель высотой 5—30 см, безлистный, цилиндрический, внутри полый, с одной корзинкой на верхушке. Цветки собраны в соцветии — корзинке диаметром 3—5 см. Цветет в мае — июне. Цветки в корзинке язычковые, желтые, обооплодные, с хохолком вместо чашечки. Плод — семянка с хохолком-летучкой. Все части растения содержат млечный сок, в котором (у некоторых видов) содержится много каучука.

В СССР растет дико повсеместно, за исключением Арктики и пустынных районов, в садах и огородах, на лугах, лесных опушках.

В медицине применяют корень и трава как средство, возбуждающее аппетит и улучшающее деятельность пищеварительных органов. Используется и в народной медицине.

Есть виды этого рода кок-сагыз и крым-сагыз, богатые (в коре корня) каучуком.

Класс. Однодольные, или Односемядольные, — Monocotyledoneae

Характерные особенности видов растений, относящихся к классу однодольных, и сравнение их с особенностями растений класса двудольных приведены выше.

В классе однодольных насчитывается более 36 000 видов.

Все виды растений этого порядка являются наиболее примитивными видами в классе однодольных. Живут в воде. Цветки сходны с цветками порядка Ranales у двудольных.

Представителем этого порядка может быть назван стрелолист обыкновенный — *Sagittaria sagittifolia* (из семейства частуховых — Alismataceae), растущий в воде

Порядок
Частухоцветные —
Alismatales
Семейство
Частуховые

Порядок
Лилиецветные —
Liliales

Семейство
Лилейные

и имеющий надводные стреловидные и подводные лентовидные листья.

Характерен трехчленный тип цветка. К порядку лилиецветные принадлежат такие семейства, как лилейные, луковые, спаржевые.

Семейство лилейные — Liliaceae — преимущественно многолетние травы. Имеют подземные луковицы (морской лук, лилия) или клубнелуковицы (безвременник), или корневища (чемерица). Кроме полового способа, многие виды размножаются вегетативным путем, посредством корневищ, луковиц, выводковых луковичек. Листья очередные, простые, цельные, длинные. Цветки крупные обоеполые, редко однополые, правильные, редко — неправильные, собранные в соцветия-кисти (морской лук) или одиночные (тюльпан). Околоцветник простой, из 6, редко из 4 свободных или сросшихся листочков, расположенных в двух кругах и ярко окрашенных. Тычинок 6, редко 8 или 4. Завязь образована 3 плодолистиками, редко 4 или 2, верхняя, редко полунижняя, трехгнездная, с 1—3 (4) столбиками. Например, формула цветка лилии (*L. martagon*): $*P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$. Семяпочки обратные. Семена многочисленные с эндоспермом. Плод — коробочка, чаще многосеменная, трехстворчатая, реже — двух- или четырехстворчатая; редко плод — ягода. Нектарники находятся у основания околоцветника или на плодолистиках. Опыляются в большинстве случаев насекомыми, редко — ветром.

Семейство объединяет около 3000 видов, широко распространенных по всему свету; из них в СССР растет около 640 видов. Лекарственные растения: алоэ, чемерица лобелиевая, безвременник осенний, морской лук, черемша и др. Декоративные: лилия, тюльпан, гиацинт и др.

Чемерица лобелиева — *Veratrum lobelianum* (рис. 322) — травянистое многолетнее растение с толстым корневищем. Стебель прямостоячий, внутри полый, высотой 70—170 см. Листья крупные, очередные, эллиптические, охватывающие стебель, цельнокрайние, с дугообразным жилкованием, снизу опушенные. Цветет в июне—августе. Цветки собраны в соцветии-метелке длиной 20—60 см на верхушке стебля. Околоцветник простой, венчиковидный, желто-зеленый. Плод — коробочка. Все растение очень ядовито. Примесь растения в сене опасна.

В СССР растет дико в лесостепной и лесной зонах, на влажных лугах и в кустарниках, в горах, на субальпийских и альпийских лугах.

В ветеринарии применяется корневище как возбуждающее движение желудка у жвачных животных и как средство против паразитов. Находит применение в медицине.

Безвременник осенний — *Colchicum autumnale* (рис. 323) — травянистое многолетнее растение. Имеет клубнелуковицу. Листья голые, мясистые, ланцетные. Цветет в августе — сентябре, а листья и плоды появляются весной. Цветки одиночные, крупные, обоеполые, лилово-розовые. Околоцветник простой. Отгиб околоцветника разделен на 6 листочков. Листочки околоцветника внизу спайные. Трубка околоцветника погружена в почву, трехгранная. Тычинок 6; прикрепляются к околоцветнику. Пестик с верхней трехгнездной завязью. Столбиков 3. Плод — коробочка, трехгнездная, многосеменная. Семена, клубнелуковицы и, в меньшей степени, другие части растения содержат ядовитый алкалоид колхицин и др.

322. Чемерица лобеллева (*Veratrum lobelianum*).

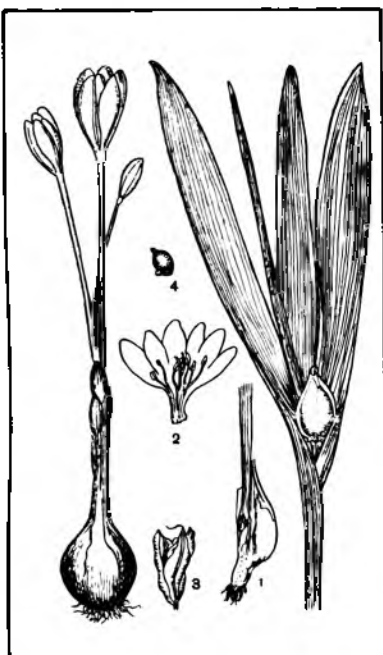
323. Безвременник осенний (*Colchisum autumnale*).

К рис. 322

Справа сверху — продольный разрез цветка.

К рис. 323

1 — продольный разрез луковицы;
2 — продольный разрез цветка;
3 — раскрывшаяся коробочка;
4 — семя.



В СССР дико растет в западных областях Украины, Белоруссии, Литвы, по сырым лугам.

В медицине применяются семена и клубнелуковицы.

Прекрасными декоративными видами семейства лилейных являются: виды лилии — *Lilium*, имеющие крупные душистые цветки (запах лилий и других душистых цветков может вызвать у человека отравление, выражающееся головной болью); виды тюльпана — *Tulipa*, дикие виды которого произрастают в степях Украины, Средней Азии, в Крыму, Киргизии, на Кавказе и др.

Алоэ древовидное, или столетник, — *Aloë arborescens* — травянистое (на родине древовидное, достигающее 4 м высоты) многолетнее вечнозеленое суккулентное растение. Листья очень толстые, мясистые, мечевидные. Цветет очень редко. Цветки оранжевые, колокольчатой формы, собраны в кистевидное соцветие на верхушке растения.

В СССР разводится как комнатное растение (под названием столетника). Вводится в культуру в Закавказье. В диком виде произрастает в Южной Африке.

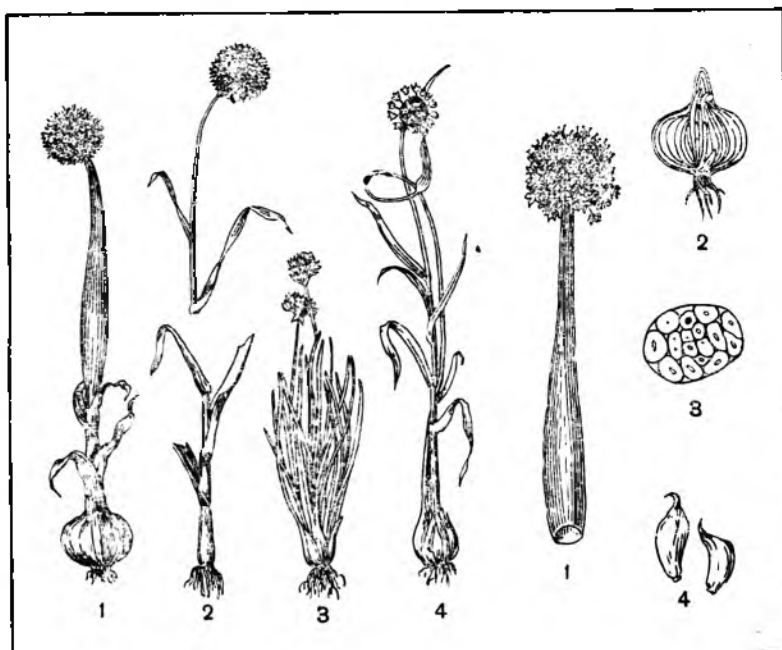
В медицине применяется слущенный сок листьев, так называемый сабур. Эмульсия алоэ употребляется наружно при лечении эпидермита, ожогов. В народной медицине листья алоэ и сок из них применяются наружно и внутрь.

Морской лук — *Urginea maritima*, или *Scilla maritima*, — травянистое многолетнее растение. Образует очень крупные луковицы, достигающие 30 см в диаметре. Листья узколанцетные и удлиненойцевидные, цельнокрайние, с параллельным жилкованием. Цветет до появления листьев, в июле — августе. Цветки розоватые или зеленовато-белые, собраны в длинную кисть на вершине цветоноса. Околоцветник простой, шестилепестный, венчиковидный. Тычинок 6. Завязь верхняя. Плод — коробочка.

324. Лук (*Allium*).

Слева: 1 — лук репчатый;
2 — лук-порей;
3 — шнитт-лук;
4 — чеснок.

Справа: 1 — соцветие лука репчатого;
2 — продольный разрез луковицы лука репчатого;
3 — поперечный разрез луковицы чеснока (схема);
4 — дочерние луковицы чеснока.



Растет дико по берегам Средиземного моря. В СССР разводят на Черноморском побережье (Закавказье).

В медицине применяют высушенные луковицы белой разновидности как лекарство при сердечных заболеваниях, а также как мочегонное средство. Разновидность его, имеющая красную окраску наружных чешуй луковицы, применяется как яд для борьбы с крысами и мышами.

Семейство луковые — *Alliaceae* — травянистые многолетние растения. Имеют подземные луковицы. Соцветия зонтиковвидные.

Лук репчатый — *Allium cepa* (рис. 324) — травянистое многолетнее луковичное растение высотой 60—100 см. Луковица имеет красноватые или белые, или фиолетовые оболочки. Стебель полый, внизу вздутый. Листья мясистые, прикорневые, цилиндрические, полые. Цветет в июне — августе. Цветки белые, мелкие, на длинных цветоножках, собраны в соцветии — шаровидном зонтике. Околоцветник простой, венчиковидный, шестилепестный. Тычинок 6. Пестик с верхней трехгнездной завязью. До цветения соцветие покрыто одно- или двухлистным покрывалом. Плод — шаровидная коробочка. Семена мелкие, черные. Все части растения содержат эфирное масло, от которого зависит запах лука. Богат фитонцидами и витаминами С и В.

В СССР разводится повсеместно как важное овощное растение. Является сильным противоязвотным средством.

В медицине применяются препараты, приготовленные из луковиц.

Лук победный, или черемша, *Allium victorialis* — луковичное многолетнее растение с резким чесночным запахом высотой 30—75 см. Луковицы цилиндрические, прикрепленные к корневищу, толщиной 1—1,5 см, серовато-бурые. Нижнюю часть стебля обнимают фиолетовые влагалищные листья. Листья ланцетные, 10—20 см длины и 2—8 см шири-

Семейство
Луковые

ны; черешок в 2—4 раза короче пластинки. Цветет в июне — июле. Цветки собраны в соцветие — шаровидный зонтик, который до цветения бывает заключен в чехол. Цветоножки равны или длиннее околоцветника. Околоцветник простой, венчиковидный, шестилепестный, белый. Тычинок 6. Пестик с верхней трехгнездной завязью. Плод — коробочка. Фитонциды черемши активнее фитонцидов чеснока и лука.

В СССР произрастает в лесной зоне Урала, Сибири, Дальнего Востока, Кавказа, в мшистых лесах, на субальпийских лугах.

Ближний вид, лук медвежий — *A. ursinum* — встречается в Европейской части СССР и на Кавказе, во влажных лесах.

В медицине используются цветочные стрелки, луковичы и молодые листья, собираемые до начала цветения. Черемша употребляется в сыром, соленом и маринованном виде при цинге и для лечения других заболеваний. Лук медвежий также применяется для лечения некоторых болезней.

Чеснок — *Allium sativum* (см. рис. 324) — травянистое многолетнее луковичное растение высотой 20—70 см, обладающее специфическим запахом. Луковица состоит из 7—30 мелких луковичек («зубков»), заключенных в одну оболочку. Листья влагалищные, линейные, плоские. Цветки на длинных цветоножках, собраны в соцветии-зонтике, заключенном в общий чехол, вскоре опадающий. В зонтике развиваются наряду с цветками малые луковички («детки»). Околоцветник простой, венчиковидный, шестилепестный, беловатый. Тычинок 6. Пестик с верхней трехгнездной завязью. Плоды и семена обычно не образуются. Размножается «зубками» и «детками». Очень богат антибиотиками.

В СССР культивируется повсеместно.

В медицине применяются препараты, приготовленные из луковиц. Чеснок богат фитонцидами и оказывает бактерицидное, фунгицидное, протистоцидное и противоглистное действие. Применяется также как противоглистное средство.

Лук-поррей — *Allium porrum* (см. рис. 324) — имеет удлиненную головчатую луковицу, достигает высоты 50—120 см. В СССР разводится и употребляется в пищу как пряность.

Семейство спаржевые — *Asparagaceae* — травянистые многолетние растения с корневищами. Околоцветник сростнолистный.

Спаржа лекарственная — *Asparagus officinalis* (рис. 325) — травянистое многолетнее растение высотой 50—150 см. Имеет корневище. Образует подземные этиолированные вертикальные мясистые побеги, идущие в пищу. Надземный стебель имеет мелкие чешуйчатые листья, в пазухах которых растут пучки иглообразных зеленых веточек. Цветет в мае — июле. Цветки мелкие, зеленовато-желтые. Околоцветник простой, венчиковидный, колокольчатый, шестираздельный. Двудомное растение. Плод — ягода, красная, шаровидная. Все растение, за исключением подземных побегов, ядовито.

Дико растет в средней и южной полосах Европейской части СССР, в Западной Сибири, на Кавказе, в Средней Азии, на заливных лугах, в степях и среди кустарников. Разводится разновидность (*var. altilis*), подземные, этиолированные побеги которой употребляются в пищу. Разводится также как декоративное растение.

325. Спаржа (*Asparagus officinalis*).326. Ландыш майский (*Convallaria majalis*).

К рис. 325

- 1 — корневище с молодыми побегами;
2 — побег с цветками;
3 — развернутый тычиночный цветок;
4 — плоды.

К рис. 326

- 1 — растение с корневищем и соцветием;
2 — цветок;
3 — продольный разрез цветка;
4 — плод;
5 — поперечный разрез плода.



В народной медицине применяется отвар из корней. Ландыш майский — *Convallaria majalis* (рис. 326) — травянистое многолетнее растение высотой 15—30 см. Имеет длинное тонкое корневище. Листья прикорневые, в количестве двух (редко трех), окруженных пленчатыми влагалищными листьями, овально-ланцетовидные, охватывающие стебель, с дуговыми жилками, на длинных черешках. Цветет в апреле — июне. Цветочная стрелка длинная, заканчивающаяся соцветием — односторонней рыхлой кистью. Цветки в количестве 6—20, поникшие, белые, душистые, шаровидно-бубенчатой формы с 6 зубчиками по краям. Формула цветка: $*P_{(6)}A_6\bar{G}_{(3)}$. Плод — ягода оранжево-красная, сочная, шаровидная, с тремя семенами. Все растение очень ядовито!

Дико растет во всей Европейской части СССР, на Кавказе, в Восточной Сибири в лесах. Введен в культуру.

В медицине в виде настойки применяются цветки и листья как содержащие гликозид конваллатоксин сердечной группы и гликозид конвалларин, являющийся слабительным средством. Свежие цветки применяются в парфюмерии для приготовления духов. Разводят как декоративное растение.

Наконец, следует еще назвать ядовитое растение в о р о н и й глаз четырехлистный — *Paris quadrifolia* — травянистое многолетнее растение, растущее в лесах лесной и лесостепной зон Европейской части СССР. Яйцевидные листья расположены на стебле мутовкой по 4. Цветок четырехчленного типа. Плод — черная ягода. Растение ядовито!

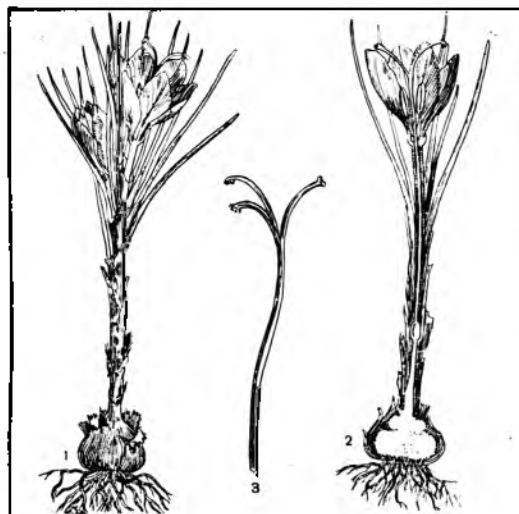
Эволюционное происхождение — от лиллевидных. К этому порядку относятся такие семейства, как касатиковые и банановые.

Семейство касатиковые — *Iridaceae* — травянистые многолетние растения. Имеют корневища или клубни,

Порядок
Ирисоцветные —
Iridales
Семейство
Касатиковые

327. Шафран посевной (*Crocus sativus*).

- 1 — общий вид;
2 — продольный разрез
растения;
3 — столбик с рыльца-
ми.



или луковицы. Листья мечевидные. Цветки одиночные или в соцветии, крупные, ярко окрашенные, правильные или неправильные, с простым венчиковидным околоцветником, обоополье. Тычинок 3. Пестик один, с нижней завязью, одним разделенным на три лопасти столбиком. Опыляются насекомыми. Плод — коробочка трехгнездная, открывающаяся по бокам, многосеменная.

Семейство объединяет около 1000 видов, произрастающих преимущественно в Средиземноморской области, Африке и Америке. В СССР дико растут или разводятся около 170 видов. Типичными для семейства и ценными в хозяйственном отношении являются шафран посевной, касатик бледный и гладиолус, или шпажник (декоративное растение; в листьях содержится витамин С).

Шафран посевной — *Crocus sativus* (рис. 327) — травянистое многолетнее растение высотой 8—20 см. Имеет подземную клубнелуковицу плоскошаровидной формы. Листья узкие, линейные, 15—20 см длины. Листьев 3—9. Цветет в октябре. Цветонос, иногда два, внизу покрыт перепончатыми светло-зелеными чешуйками. Цветок появляется раньше листьев или одновременно с ними. Цветок крупный (10—15 см длины), ароматный, фиолетовый, простой, правильный, на короткой цветоножке. Цветок покрыт двухлистным чехлом. Околоцветник простой венчиковидный, сростнолепестный, из 6 лепестков, образующих в нижней части длинную трубочку. Тычинок 3. Завязь нижняя. Столбик нитевидный, длинный (10—12 см), с тремя красными рыльцами. Плоды не образуются. Размножается «детками» клубнелуковиц.

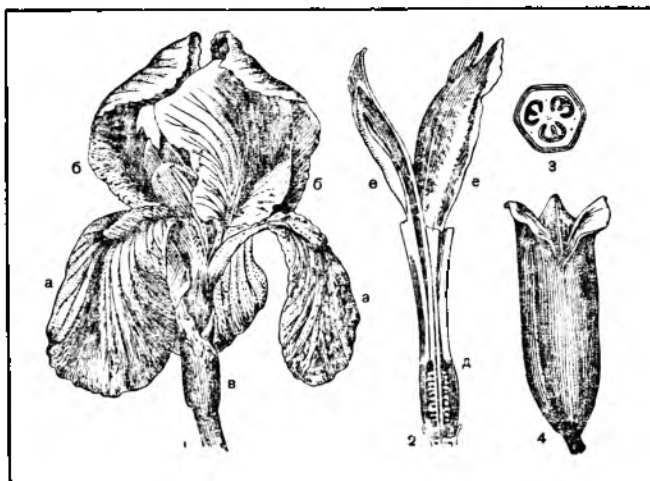
В СССР разводится в Крыму, на Кавказе, в Азербайджане, на Апшеронском полуострове и в других южных районах.

В народной медицине применяется настойка из рылец. Из рылец готовят ароматическое красящее вещество (кроцин), используемое как пряность и для окраски в пищевой промышленности.

Есть другой близкий вид — шафран Палласа — *C. Pallasii* — дико растущий в Крыму и используемый так же, как и шафран посевной.

328. Касатик бледный (*Iris pallida*).

- 1 — цветок;
 а — внешние лепестки;
 б — внутренние лепестки;
 в — завязь;
 2 — продольный разрез
 пестика;
 д — завязь с семяпоч-
 ками;
 е — лопасти рыльца;
 3 — поперечный разрез
 завязи;
 4 — коробочка.



Касатик бледный — *Iris pallida* (рис. 328) — травянистое многолетнее растение высотой 30—90 см. Имеет горизонтальное корневище. Стебель однолетний, ветвится и на концах ветвей образует одиночные цветки. Листья длиной 30—60 см, прикорневые, влагалищные, мечевидные, заостренные, цельнокрайние, серо-зеленые. Цветет в июне. Цветки крупные, приятно пахнущие, бледно-голубые. Околоцветник венчиковый, из 6 лепестков; лепестки в нижней части сросшиеся в трубку. Три внешних лепестка отогнуты вниз, а три внутренних — вверх. Тычинок 3, прикрепленных к лепесткам. Пестик один, с нижней завязью, одним столбиком и 3 лепестковидными рыльцами, лежащими на лепестках. Завязь трехгнездная. Плод — трехгранная продолговатая коробочка, многосеменная.

В СССР этот и другие (касатик германский, касатик флорентийский) виды разводятся в Крыму, на Кавказе и в Молдавии как эфиромасличные растения; широко распространены в садах и парках как декоративные растения.

В медицине применяется отвар корневищ. В народной медицине используются высушенные корневища под названием «фиалкового корня». Кроме того, приятно пахнущий «фиалковый корень» широко применяется в парфюмерии.

Семейство банановые — Musaceae — травянистые или деревянистые многолетние растения. Листья очень большие (см. рис. 101), с большим влагалищем. Имеет корневище. Цветки небольшие, неправильные, обоеполые, собранные в соцветия-кисти. Околоцветник простой, венчиковидный. Тычинок 6. Завязь трехгнездная, многосеменная (культурные сорта бессеменные). Плод — ягода или коробочка. Растут в тропических и субтропических странах. Разводится как плодовое из-за питательных плодов.

Семейство объединяет около 80 видов. У некоторых из них в листьях имеются крепкие волокна, используемые как прочный материал (манильская пенька).

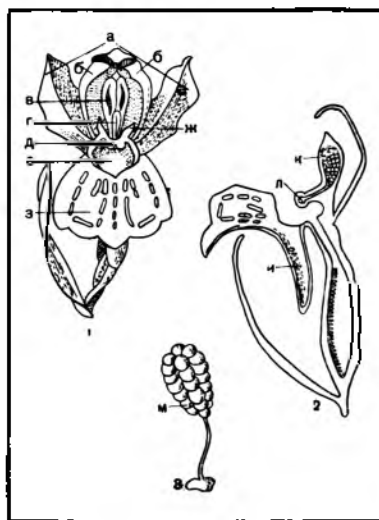
Банан японский — *Musa basjoo* (см. рис. 101) — травянистое многолетнее растение, достигающее в высоту 15 м. Большие влагалища листьев заворачиваются в трубку и обнимают друг друга, создавая подобие стебля. Размножается вегетативно.

Семейство
Банановые

329. Строение цветка ятрышника (схема).

330. Ятрышник шлемовидный (Orchis militaris).

- 1 — вид цветка спереди;
 а — наружные лепестки;
 б — внутренние лепестки;
 в — пыльник;
 г — клычок;
 д — мешочек;
 е — вход в шпорец с нектаром;
 ж — рыльце;
 з — губа;
 2 — продольный разрез цветка;
 и — шпорец;
 к — поллиний;
 л — клычок;
 3 — полливарий при большом увеличении;
 м — пыльца.



Порядок
 Орхидноцветные —
 Orchidales

Семейство
 Ятрышниковые,
 или орхидные

В СССР на Черноморском побережье разводится как декоративное растение.

Прогрессивными, эволюционными чертами являются исключительные приспособления к энтомофилии. Андроец редуцирован до одной тычинки. Порядок состоит из одного семейства ятрышниковые, или орхидные.

Семейство ятрышниковые, или орхидные, — Orchidaceae — многолетние травы. Имеют корневища или клубневидные корни (см. рис. 330). В тропиках преобладают эпифитные виды (т. е. живущие на стволах деревьев). Стебель прямой неветвистый. Листья очередные, стеблеобъемлющие, иногда чешуйчатые, простые, цельнокрайные. Цветки яркой окраски, собраны в соцветие — кисть или колос. Цветок неправильный, обоеполый. Околоцветник простой, венчиковидный, состоит из трех наружных и трех внутренних лепестков. Один лепесток образует губу и часто имеет шпорец (рис. 329). Нектар выделяется на дне шпорца или на губе. Тычинка одна, с двумя пыльниками, сростается со столбиком. Пыльники склеиваются в один или несколько комочков, называемых поллиниями; у каждого поллиния имеется клейкая ножка. Пестик один, с нижней одногнездной завязью. Рыльце расположено под пыльником и выдается вперед носиком (клычком); к носику прилипает ножка поллиния. Опыляются насекомыми следующим образом: насекомое садится на губу околоцветника, вводит свой хоботок в шпорец и при этом неизбежно толкает носик рыльца; поллиний при этом прилипает к головке насекомого и таким образом переносится им на другой цветок. Плод — коробочка. Семена мелкие, многочисленные. Эндосперма нет.

Семейство объединяет около 20 000 видов, растущих главным образом под тропиками. Типичными для семейства, растущими в СССР и хозяйственно ценными являются виды ятрышника и любки.

Ятрышник шлемовидный — *Orchis militaris* (рис. 330) — травянистое многолетнее растение. Имеет 2 корневых клубня, один прошлогодний и другой — молодой. Высота 20—50 см. Листья широколанцетовидные, дуговатые. Цветет в

июне. Цветки собраны в колос красного или фиолетового цвета. Губа цветка в средней части беловатая, с красными пятнышками. Плод — коробочка.

В СССР дико растет повсеместно, на влажных лугах, между кустарниками, на лесных полянах.

Молодые высушенные корневища клубни называются салепо м. Салеп (слизь) употребляется как обволакивающее средство. В медицине также используется ятрышник мужской — *O. mascula*, ятрышник пятнистый, или кукушкины слезки, *O. maculata*, ятрышник широколистный — *O. latifolia* и некоторые другие виды.

Любка двулистная, или ночная фиалка, — *Platanthera bifolia* — многолетнее травянистое растение, имеет два (старый и молодой) корнеклубня. Цветки зеленовато-белой окраски, очень пахучие вечером и ночью, собранные в кистевидное рыхлое соцветие. Высота растения 20—60 см. Цветет с конца мая до первой половины июля. Плод — продолговатая коробочка.

В СССР дико растет в Европейской части и южной части Сибири, в лиственных и смешанных лесах, реже — на лугах.

В медицине используются высушенные молодые клубни (так называемый салеп), также любки зеленоцветной — *P. chloantha*, произрастающей на юге Европейской части СССР, в Крыму и на Кавказе. Применяются и некоторые другие виды.

Семейство осоковые — Cyperaceae — травы, чаще многолетние. Имеют корневища. Стебель чаще трехгранный. Листья линейные, с влагалищем, охватывающим стебель в виде трубки. Край пластинки листа жесткие, режущие (оболочки клеток пропитаны кремнеземом). Цветки собраны в колоски, обычно в свою очередь собранные в метельчатые или головчатые образования. Цветки обоеполые или однополые; растения однодомные или двудомные. Околоцветник отсутствует или редуцирован и представлен волосками. Тычинок 3, редко больше. Пыльники к нитям прикрепляются своими нижними концами. Пестик образован 1—3 плодолистиками, с одногнездной верхней завязью и 2—3 нитевидными рыльцами. Опыляются ветром. Плод — орешек. Иногда орешек окружен мешочком, образованным из кроющей чешуи, окружающей пестик. Семя имеет эндосперм.

Семейство объединяет около 4000 видов, растущих преимущественно в умеренных и холодных странах по сырым местам. Типичными представителями семейства, широко распространенными в СССР, являются осока песчаная, чуфа, или сыть съедобная, пушица, камыш.

Сыть съедобная, или чуфа, — *Cyperus esculentus* — образует подземные клубеньки (до 2 см длины), богатые белками и маслом (22%) и потому употребляемые в пищу («земляной миндаль»). Разводится на Северном Кавказе для добывания масла, заменяющего масло-какао.

Виды пушицы — *Eriophorum* — имеют околоцветник в виде белых волосков, которые используются для производства бумаги и набивки подушек.

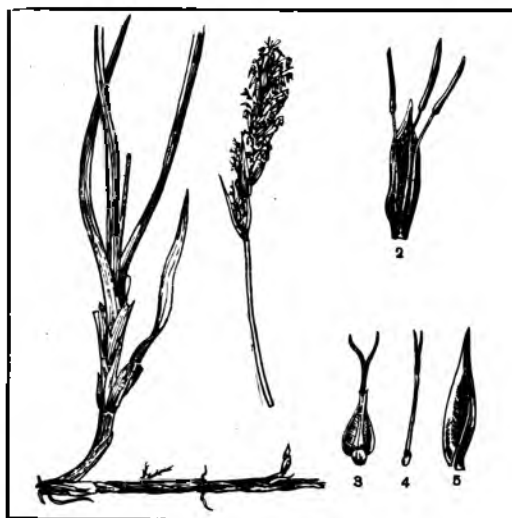
Камыш озерный — *Scirpus lacustris* — растет по берегам водоемов, в сырых местах, имеет зеленый безлистный стебель и раскидистое коричневое соцветие.

Осока песчаная — *Carex arenaria* (рис. 331) — травянистое многолетнее растение с корневищем. Листья серо-зеленые, очень длинные, полусвернутые, заостренные. Цветки

Порядок
Осокоцветные —
Cyperales
Семейство
Осоковые

331. Осока песчаная (*Carex arenaria*).

- 1 — общий вид;
2 — мужской цветок;
3 — женский цветок;
4 — пестик;
5 — прицветник.



собраны в сложное колосовидное соцветие. Верхние колоски имеют однополые мужские цветки, средние колоски обоеполые, нижние — однополые женские цветки. Завязь окружена мешочком из прицветной чешуи.

В СССР растет дико повсеместно на приморских и речных песках, сырых лугах, болотах, образуя кочки.

Хозяйственное значение невелико. Дает жесткий, малопитательный корм для скота. Некоторые виды осок растут в пустынях Средней Азии и являются хорошей кормовой травой для овец.

Порядок состоит из одного семейства злаков.

Семейство злаки — Gramineae — травы (за исключением бамбуков), однолетние или многолетние растения. Многолетние злаки обычно имеют корневище. Некоторые виды образуют дерновины вследствие развития многих побегов из нижних междоузлий стебля. Стебель имеет полые междоузлия и вздутые узлы — соломина (см. рис. 82). Листья очередные, линейные, с длинным влагалищем, обнимающим стебель. При переходе листа во влагалище имеется пленчатый вырост — язычок — *ligula* (см. рис. 98) или волоски. Жилкование листьев параллельное. Цветки мелкие, собраны в колоски, которые в свою очередь собраны в сложные соцветия (сложный колос, султан или метелку). В каждом колоске имеется по несколько или много цветков. Каждый колосок окружен двумя (реже одной или несколькими) колосковыми чешуями. У каждого цветка в колоске имеются две цветковые чешуи, нижняя из которых часто имеет ость (рис. 332 и 333), две очень малые пленки (соответствующие редуцированному околоцветнику), 3 тычинки (редко 1, 2, 6, до 40), имеющие длинные нити, один пестик с верхней одногнездной завязью и двумя (редко тремя или одним) перистыми рыльцами. Опыляются ветром (или редко, самоопыляются). Плод — зерновка, семя с эндоспермом.

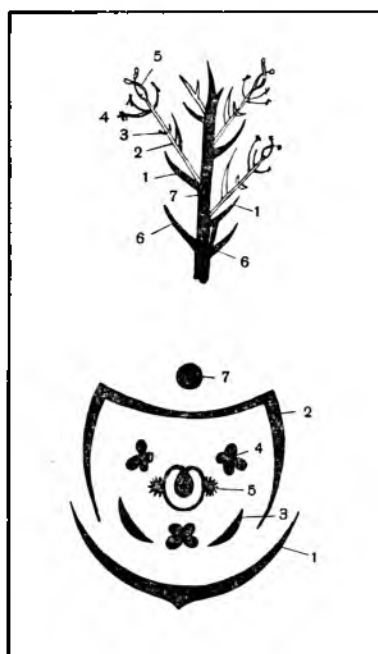
Семейство объединяет около 6000 видов, широко распространенных по всему свету. Многие виды семейства злаков имеют огромное значение для человека как пищевые растения (пшеница, рожь, кукуруза, рис, овес, просо, сорго, ячмень), как кормовые растения (тимофеевка, люцерна, райграс, ежа

Порядок
Злакоцветные —
Graminales
Семейство
Злаки

332. Схема колоска и диаграмма 333. Двухцветковый колосок ржи, цветка злаков.

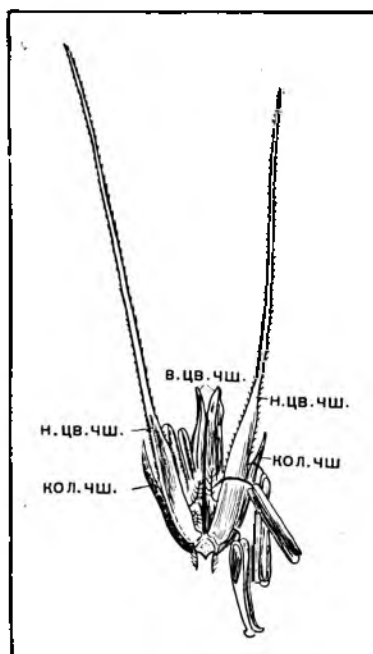
К рис. 332

- 1 — нижняя цветковая чешуя;
2 — верхняя цветковая чешуя;
3 — пленочка;
4 — тычинка;
5 — пестик;
6 — колосковые чешуи;
7 — ось соцветия.



К рис. 333

- кол. чш. — колосковая чешуя;
н. цв. чш. — нижняя цветковая чешуя;
в. цв. чш. — верхняя цветковая чешуя.



и др.), как применяемые в медицине растения (сахарный тростник, сахар которого употребляется не только в пищу, но и для подслащивания лекарств; рис, пырей ползучий, душистый колосок и др.), как используемые в бумажном и текстильном производстве, химической промышленности, строительном деле (бамбук и др.), как закрепители песков, аэродромов, оврагов и т. п.

Семейство злаки в свою очередь делят на три подсемейства: бамбуковидных, мятликовидных и просовидных.

Бамбуковидные — Bambusoideae — преимущественно многолетние, корневищные, высотой 30—40 м растения. Диаметр стебля у основания достигает 20 см. Колоски одно- или многоцветковые, в кистях. Тычинок чаще 6, столбиков 3—2. Плод — зерновка. К подсемейству принадлежит около 500 видов, растущих, за редким исключением, в тропиках и субтропиках. Из бамбуков получают строительный материал (столбы, доски), водопроводные трубы, мебель, различные плетеные изделия, бумагу и т. п.

В СССР дико растут бамбуковидные (род *Sasa*) на Сахалине, на Курильских островах. На Дальнем Востоке — это кустарники высотой до 3 м. В Западной Грузии культивируются бамбуки, достигающие 20—30 м высоты.

Подсемейство мятликовидных — Poaceae. Пшеница мягкая — *Triticum vulgare* (рис. 334) — травянистые однолетние (яровые или озимые сорта) растения. Соцветие — сложный колос. Колоски одиночные, на стержне колоса расположены в два ряда. В каждом колоске имеются 1—3—7 цветков и 2 кожистые колосковые чешуи. В каждом цветке — 3 тычинки, двулопастное перистое рыльце и 2 цветковые чешуи. Нижняя цветковая чешуя имеет длинную ость, или зубец. Верхняя цветковая чешуя пленчатая. Самоопыляется или опыляется перекрестно ветром. Зерновка короткая, толстая.

334. Колосья злаков.

1 — сложный колос
ржи;
2, 3 — безостый и ости-
стый сложные колосья
пшеницы мягкой.



Между зародышем и эндоспермом имеется щиток, являющийся семядолью зародыша (см. рис. 215). Наиболее распространенный в культуре вид. Имеет около 4000 сортов озимых и яровых, безостных и остистых.

Пшеница занимает 17% всей мировой посевной площади. В СССР пшеницей засевают 65 млн. гектаров, т. е. около $\frac{1}{3}$ площади, занятой пшеницей во всем мире. В медицине применяется пшеничный крахмал и диетическая манная крупа, изготавливаемая из пшеницы. Кроме мягкой пшеницы, широко распространен еще вид пшеницы твердой — *T. durum*, дающей лучшую муку для хлеба и макарон.

Рожь посевная — *Secale cereale* (см. рис. 334) — травянистое однолетнее озимое или яровое растение. Все растение покрыто восковым сизым налетом. Колосковые чешуи шиловидные. Колоски имеют по два, иногда три цветка. Наружная цветочная чешуйка снабжена длинной осью. Тычинки имеют длинные нити и крупные пыльники, свисающие из цветка на нитях. Опыляется перекрестно, ветром. Формула цветка: $\uparrow P_{(2)+2} A_3 G_{(2)}$. Зерновка продолговатая, сжатая с боков.

Рожь является одной из важных зерновых культур. В СССР занято около 20% всей площади полевых культур. По посевной площади и валовому сбору рожь занимает среди зерновых культур второе место после пшеницы. Сеется преимущественно в средней полосе и на севере. В СССР получается более 50% мирового сбора ржи.

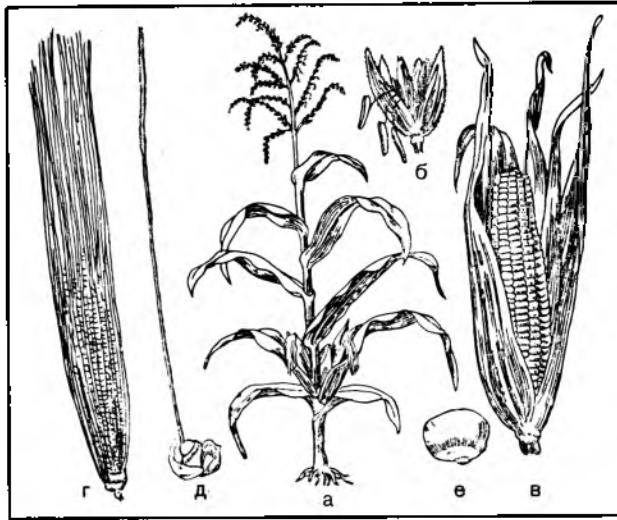
Ячмень обыкновенный — *Hordeum vulgare* — травянистое однолетнее яровое растение (озимые формы редки). Стебель прямостоячий, высотой 80 см. Листья имеют большие ушки (см. рис. 98). Цветет в июне — июле. Колосья плотные, остистые, шести- или четырехгранные (шести- или четырехрядный ячмень). Колоски одноцветковые, собраны по три на каждом уступе колоскового стержня. Зерновка обычно срастается с цветковыми чешуями (пленчатый ячмень), редко не срастается (голозерный ячмень).

В СССР разводится повсеместно (кроме Арктики).

Из зерна ячменя производят ячневую и перловую крупу, муку, пиво; зерна ячменя идут на корм скоту. По производству зерна СССР стоит на первом месте в мире.

335. Кукуруза (*Zea mays*).

- а — растение с соцветиями;
 б — мужской цветок;
 в — созревший початок с оберткой;
 г — цветущий початок без обертки;
 д — женский цветок;
 е — зерновка.



Овес посевной — *Avena sativa* — травянистое однолетнее растение высотой 60—100 см. Колоски собраны в метелку. Каждый колосок состоит из 2—3 цветков. Цветет в июне—августе. Нижняя цветковая чешуя имеет коленчатую ость. Плод — зерновка, имеющая плотно прилегающие цветочные пленки, остающиеся при ней и после обмола.

В мировом хозяйстве овес по площади находится на четвертом месте (после пшеницы, кукурузы и риса). В СССР разводится повсеместно и занимает по площади третье место (после пшеницы и ржи). Разводится преимущественно как кормовое растение.

Из зерна вырабатывают крупу, плющенную крупу (геркулес), толокно, муку. В медицине применяются овсяные кисели как обволакивающее средство.

Подсемейство просовидных — *Panicoideae*. Кукуруза, или майс, — *Zea mays* (рис. 335) — травянистое однолетнее растение. Стебель прямостоячий, достигающий 3—5 м высоты и одревесневающий в нижней части. Листья ланцетные с охватывающими стебель влагалищами. Цветет в августе—сентябре. Цветки однополые, собранные в различные соцветия. Мужские цветки собраны в метелку на верхушке стебля. Женские цветки собраны в початки в пазухах нижних листьев; початки окружены листовыми обертками. Женские цветки имеют очень длинные (до 20 см) нитевидные столбики. Опыляются перекрестно, ветром. Плод — зерновка зубовидной или клиновидной формы.

В Европу кукуруза была ввезена в XV веке из Мексики. В настоящее время кукуруза является одной из важных зерновых культур и занимает в мировом земледелии по площади второе место (после пшеницы). Мировая площадь кукурузы составляет около 80 млн. га. Особенно высокой урожайностью отличаются двойные линейные гибриды, проявляющие значительный гетерозис.

В СССР разводится преимущественно на юге и в умеренно теплых широтах.

Кукуруза является не только зерновой, но и кормовой, и технической культурой. Из зерна кукурузы готовят муку, крупу, крахмал, сахар, консервы (из сахарных сортов),

336. Слева—метелка острого риса, справа — метелка безостого риса.



спирт, масло и многое другое. В медицине применяются настой, экстракт из столбиков (пестиков).

Просо культурное, или посевное, — *Panicum miliaceum* — травянистое однолетнее растение высотой 50—100 см. Цветет в июне—августе. Цветки собраны в колоски, которые в свою очередь собраны в метелку. В колоске два цветка, причем один из них мужской, а другой обоеполый. Плод — зерновка.

В СССР разводится в степных и полупустынных районах. Иногда встречается как сорное растение.

Из зерна вырабатывают крупу — пшено и муку. Из соломы вырабатывается бумага (низшие сорта); солома идет также на корм скоту.

Рис посевной — *Oryza sativa* (рис. 336) — травянистое однолетнее растение, настолько водолубивое, что возделывается на полях, заливаемых водой. Высота 50—150 см. Цветет в июне—сентябре. Цветки обоеполые, собраны в соцветия-колоски, в свою очередь собранные в метелки. Колоски одноцветковые с мелкими колосковыми чешуями и крупными цветочными чешуями. Нижняя цветочная чешуя у некоторых сортов имеет ость. Тычинок 6. Чаще самоопыляется, реже опыляется перекрестно. Плод — зерновка с плотно прижатыми цветочными чешуями белого цвета.

Рис является одной из важных зерновых культур. В мировом хозяйстве по площади посева он занимает третье место (после пшеницы и кукурузы). В СССР разводится преимущественно в Средней Азии, Закавказье, на Дальнем Востоке, Северном Кавказе, на юге Украины.

Из зерна риса готовят крупу, крахмал, спирт и др. В медицине применяется рисовый отвар как лечебное средство при кишечных заболеваниях. Из соломы риса делают бумагу.

Душистый колосок — *Anthoxanthum odoratum* — травянистое многолетнее растение высотой 30—60 см. Образует дернинки. Цветет в мае—июне. Соцветие — метелка колосовидная. Растение содержит душистое вещество глюкозид кумарин (запах свежего сена).

В СССР дико растет в лесной зоне, по лугам.

В народной медицине кумарин применяется при лечении удушья. Кумарин используется также для придания запаха курительному и нюхательному табаку.

Сорго обыкновенное — *Sorghum vulgare* — травянистое многолетнее растение. Стебли прямостоячие, высотой 2—3 м. Колоски собраны в метелку. Цветет в июне—сентябре.

В СССР разводится на юге на зерно, на корм и для технической переработки. Из зерна вырабатывают сахар, крахмал, спирт, патоку.

Сахарный тростник благородный — *Saccharum officinarum* — многолетнее растение. Имеет корневище. Размножается вегетативно, корневищами. Стебель толстый (4—5 см), прямостоячий, 2—6 м высоты, содержащий до 20% тростникового сахара (в клеточном соке). Листья длинные, широкие (до 5 см). Соцветие — метелка, крупная (длиной до 80 см).

Возделывается в тропических и субтропических странах для получения сахара и дает около половины мирового его производства. В СССР выращивается в Таджикистане для приготовления рома и сиропа. Листья и отжатые стебли идут на корм скоту.

Пырей ползучий — *Agropyron repens* — травянистое многолетнее растение высотой 60—125 см. Злостный сорняк. Имеет длинное ползучее шнуровидное корневище. Стебель голый. Листья линейные. Влагалища длинные. Цветет в июне—июле. Цветки собраны в зеленых колосках, которые в свою очередь собраны в сложный колос. Плод — зерновка.

В СССР дико растет повсеместно, на лугах, в посевах, поймах рек. Кормовая трава и сорное растение.

В медицине применяется экстракт из корневищ как основа для приготовления пилюль. Отвар из корневищ применяется как обволакивающее и слабительное средство. Находит применение в народной медицине.

Семейство пальмовые — *Palmaceae* — деревья с колонновидными, неветвящимися стволами, редко — лианы или кустарники. Деревья достигают 40 м высоты и 1 м в поперечнике. Листья крупные (площадью до 4 м²), веерообразные или перистые, очередные, на длинных черешках. Соцветия крупные, в виде разветвленного початка или метелки. Цветки чаще однополые, мелкие, многочисленные, в соцветиях. Околоцветник правильный, простой, из двух трехчленных кругов. Тычинок 6, редко 9 или 3. Пестик состоит из 3 плодолистиков с одногнездной или трехгнездной верхней завязью и одним столбиком с 3 сидячими рыльцами. Плод — костянка или ягода, или орех с 1—3 семенами. Семена имеют эндосперм. Растут в тропических и субтропических странах.

Семейство объединяет около 1700 видов (по подсчетам некоторых ботаников — около 1200 видов). Самое большое хозяйственное значение имеют кокосовая и масличная пальмы как важнейшие масличные растения, а также финиковая пальма как важнейшее плодовое растение. В СССР пальмы разводятся в субтропиках (Черноморское побережье Кавказа) как декоративные парковые деревья; финиковая пальма введена в культуру.

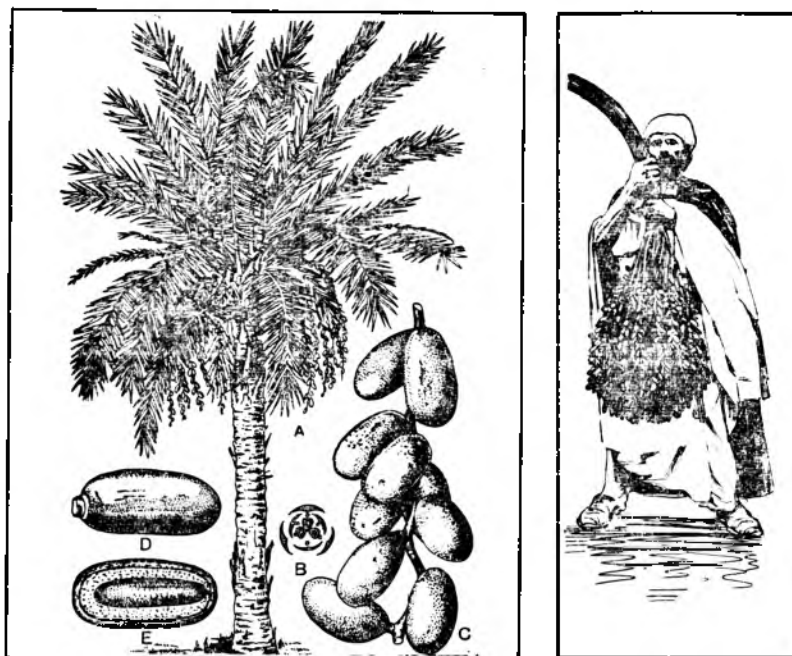
Финиковая пальма — *Phoenix dactylifera* (рис. 337). В Египте, Малой Азии стволы пальмы достигают в высоту 30 м и более. Корни дают корневую поросль. Мужской початок на длинном стержне. Женское соцветие — метелка. Рас-

Порядок
Пальмоцветные—
Palmales
Семейство
Пальмовые

337. Финиковая пальма (*Phoenix dactylifera*). 338. Метелка финиковой пальмы со зрелыми финиками.

К рис. 337

А — плодоносящее дерево;
В — диаграмма цветка;
С — кисть плодов;
Д — ягода;
Е — продольный разрез ягоды.



тение двудомное. Плод — односеменная ягода, съедобная, величиной со сливу (рис. 338); в вяленом виде содержит 70% сахара, 2,5% жира и 2% белка. Из семян готовят заменитель кофе.

В СССР разводится на Черноморском побережье как декоративное дерево и введена как плодородное дерево в культуру в Туркмении, где хорошо плодоносит.

Семейство ароидные — Агацеae — травы, редко деревянистые растения лианы, многолетние. У некоторых видов имеется корневище или клубни. Листья прикорневые, на длинных черешках. Пластинки листа сердцевидные или стреловидные. Цветки собраны в соцветии-початке. При основании соцветия имеется большой кроющий лист, у некоторых видов ярко окрашенный. Околоцветник у большинства видов на 6 лепестков. Тычинок 6, бывает меньше или больше. Иногда — только женские цветки. Иногда — бесполое цветки. Плодолистиков или три, или один, или ни одного. Завязь одно- или трехгнездная. Опыляются насекомыми. Соплодие — из ягод. Растут преимущественно в тропических лесах. Большинство видов ядовиты!

Семейство объединяет около 1000 видов. Типичным для семейства является растущий у нас аир.

Аир болотный, или аирный корень, — *Acorus calamus* (рис. 339) — травянистое многолетнее растение высотой 60—120 см. Имеет толстое (до 3 см в диаметре), снаружи бурое, пахучее корневище. В корневище откладываются эфирное масло, горький глюкозид акорин, аскорбиновая кислота, дубильные вещества и др. В листьях имеются эфирное масло и дубильные вещества. Стебель неветвистый, трехгранный, у основания красноватый. Листья очередные, длинные, линейно-мечевидные, шириной до 2 см. Цветет с конца мая до июля. Соцветие — цилиндрически-конический початок зеленого цве-

Порядок
Ароидноцветные —
Arales
Семейство
Ароидные

339. Аир (*Acorus calamus*).

Внизу — корневище,
сверху слева — соцветие.



та, длиной 4—12 см. Цветки мелкие, зеленовато-желтые. Формула цветка: $*P_6A_6\bar{G}_{(3)}$. При основании соцветия имеется длинный кроющий лист. Соплодие — из сухих красных ягод.

В СССР дико растет повсеместно на Украине и местами в средней части страны, а также в Казахстане и Сибири от Иртыша до берегов Тихого океана, по берегам рек, водоемов и болот. Заготавливается на Украине и в Белоруссии.

В медицине применяется корневище (отвар) при желудочно-кишечных заболеваниях и как тонизирующее средство, а также в ветеринарной практике (для улучшения пищеварения) и парфюмерном производстве.

Эволюция типа покрытосеменных растений

Покрытосеменные растения произошли от каких-то голосеменных. Ископаемые беннеттитовые являются, по мнению некоторых исследователей, возможными предками покрытосеменных. Растения из семейства магнолиевых и лютиковых, как мы выше видели, по строению цветка (спиральному расположению членов цветка, многочисленным микро- и мегаспорофиллам и др.) сходны с голосеменными. Таким образом, как считают многие ботаники, самыми примитивными семействами типа покрытосеменных растений являются семейства магнолиевых, лютиковых и близкие к ним, и с них можно начинать филогенетическую систему покрытосеменных.

Эволюция отдельных признаков покрытосеменных растений протекала в следующем направлении:

- от древесного и курстарникового типа к травянистому;
- от неразветвленного, прямостоячего и лишенного сосудов стебля к разветвленному и имеющему настоящие сосуды;
- от простого вечнозеленого листа к сложному, опадающему;
- от листа с сетчатым жилкованием к листу с параллельным жилкованием;

от спирального листорасположения к супротивному и мутовчатому;

от одиночных цветков со спиральным расположением чашелистиков, лепестков, тычинок и пестиков к соцветиям и круговому расположению частей цветка;

от двойного околоцветника и неопределенно многочисленных тычинок и пестиков к простому околоцветнику или отсутствию его (переход от опыления насекомыми к опылению ветром) и малочисленным (3, 4, 5) тычинкам и пестикам;

от раздельных лепестков и актиноморфного цветка к сросшимся лепесткам и зигоморфному цветку;

от верхней завязи и многочисленных пестиков (каждый — из одного плодолистика) к нижней завязи и одному (из немногочисленных плодолистиков) пестику;

от многочисленных свободных тычинок к немногочисленным нередко сросшимся;

от обоеполых цветков и однодомности к раздельнополым и двудомности;

от многочисленных семязпочек в цветке к немногочисленным или одной семязпочке;

от семени с развитым эндоспермом к семени без эндосперма;

от двусемядольного зародыша, окруженного эндоспермом, к бессемядольному, часто с периспермом;

от многолетних растений к одно- и двулетним.

Большинством ботаников признается, что однодольные произошли от древнейших представителей двудольных, и в дальнейшем оба класса — двудольные и однодольные — развивались независимо друг от друга.

Учение об эволюции органического мира



Происхождение жизни на Земле

Вопрос о происхождении жизни — мировоззренческий вопрос. Человек не может составить мировоззрение, не решив для себя этого вопроса.

В древности считали, что живые существа самозарождаются из неживой материи. Так, по Аристотелю, черви самозарождаются из ила на дне водоемов, а мыши — из пшеничных зерен и тряпок. Однако постепенно опыт убеждал в том, что это не так. В эпоху Возрождения утверждается мнение, что мыши, рыбы и т. п. происходят только от себе подобных. Но все же признавалось, что мельчайшие организмы, примитивно устроенные, могут самозарождаться из неживой материи. После открытия посредством микроскопа бактерий, грибов и т. п. теория самопроизвольного зарождения временно утвердилась и стала довольно широко признанной.

Окончательно выяснил невозможность самопроизвольного зарождения микроорганизмов французский микробиолог Л. Пастер в 1854 г. Рядом остроумных опытов он доказал, что если прокипяченный бульон предохранить от проникновения в него из окружающей среды микроорганизмов, то бульон останется стерильным и никакого гниения, никакого зарождения в нем микроорганизмов наблюдаться не будет.

Всюду на Земле имеется масса бактерий, вирусов и т. п. Поэтому если бы даже возникли где-нибудь подходящие условия для зарождения, синтеза живого вещества, оно тотчас же было бы разрушено нападшими на него микроорганизмами. Итак, остается одна возможность: зарождение живого вещества при тех подходящих условиях, которые были некогда на Земле, когда не было никаких микроорганизмов.

Вопрос о заносе живого вещества на Землю из мирового пространства мы не обсуждаем, потому что в таком случае проблема зарождения живого вещества не решается, а просто переносится на другие тела мирового пространства.

В СССР проблема происхождения жизни на Земле наиболее глубоко и всесторонне разработана А. И. Опариним.

Установлено, что в атмосфере Солнца и других звезд имеются углеводороды (метан, этилен и др.). Температура Солнца равна 6000°C , и в таких температурных условиях протекает образование углеводородов. Очевидно, температурные условия Земли в прошлом были благоприятными для их образования; могли также образовываться кислородные и азотистые производные углеводородов, т. е. органические вещества. Экспериментально доказано, что излучение высокой энергии, например космические лучи, вызывает образование органических веществ. Очевидно, что эти вещества образовывались без участия живых организмов, так как последние не могли существовать при тех высоких температурах.

Образование углеводородов наблюдается и в наши дни, например в местах, где карбиды железа, никеля, кобальта (которые составляют ядро земного шара) выходят наружу.

На Земле 1—1,5 млрд. лет назад установились такие условия, при которых появилась возможность возникновения жизни, зарождения живого вещества, вне зависимости от жизни, абиогенно.

Образование белков вполне мыслимо в глубинах океанов, где давление достигает сотен, тысяч атмосфер. В экспериментальных условиях белковоподобные вещества были получены при использовании очень высоких давлений (7000 и более атмосфер).

Строение молекулы белка уже выяснено. Известно, что она состоит из отдельных соединенных друг с другом аминокислот, т. е. является высокомолекулярным их полимером. Аминокислоты уже получают в лабораторных условиях из аммиака, водорода, метана и воды. В 1959 г. американские биохимики Очоа и Корнберг синтезировали ДНК. Таким образом, кислородные и азотистые производные углеводов превращались в аминокислоты, в простые белки и, наконец, в сложные белки.

Сложные белки обладают способностью самообновляться, поглощая из среды необходимые для этого элементы.

Современная наука подтверждает высказывания Ф. Энгельса о жизни, живом веществе, доклеточных организмах.

При смешении белков, растворенных в воде, например яичного белка и желатины, получается мутный раствор. При рассмотрении этого мутного раствора под микроскопом обнаруживаются белковые коллоидные полужидкие капли, так называемые коацерватные капли. Эти капли поглощают из окружающей среды аминокислоты, сахар и прочие соединения. В коацерватных каплях происходит синтез сложных белков, а также процессы их распада, т. е. ассимиляция и диссимилиация. Коацерватные капли, достигнув определенного размера, могут распадаться на дочерние капли. Во многих каплях диссимилиация преобладает над ассимиляцией—такие капли уменьшаются и гибнут. Таким образом, среди коацерватных капель протекал естественный отбор. Следовательно, поведение коацерватных капель подобно поведению простейших одноклеточных.

Так произошло возникновение простейших живых существ. Естественный отбор в течение длительного времени приводил к гибели оказавшихся неприспособленными к существовавшим условиям простейших живых существ. Оставались жить существа, оказавшиеся более приспособленными к сложившимся условиям жизни; они постепенно становились сложнее и лучше приспосабливались к условиям среды.

Итак, современная наука по вопросу о происхождении жизни на Земле может сделать следующее научно обоснованное предположение. Из неорганических веществ образовывались органические. Из них возникали более сложные, подобные белкам, ферментам, вещества, способные самообновляться. Из этих веществ образовались живые организмы, подобные вирусам. Сначала организмы были гетеротрофными, потом из них развились автотрофные организмы. Возможно, что возникновение жизни на Земле происходило много раз.

История идей эволюции

Эволюционная теория была окончательно доказана в середине XIX столетия Чарлзом Дарвином и вскоре приобрела среди передовых людей мира всеобщее признание. Теория эво-

люция не появилась внезапно. Этому предшествовал долгий период догадок, открытий и накопления фактов.

В течение всей истории естествознания происходила борьба двух исключаящих друг друга учений. Одно учение, господствовавшее до XIX столетия, доказывало постоянство, неизменность видов. Это учение, зародившееся еще в древности, свойственное религиозному мировоззрению и поддерживаемое церковью, по мере развития науки утрачивало свою силу. Развитие науки, рост человеческих знаний привели к победе другого учения — учения о непостоянстве, изменчивости видов, об эволюции органической природы.

В древности, около 5000 лет назад, в Египте, Ассирии-Вавилонии, Индии, Китае господствовало религиозное мировоззрение. Накопление фактов, изучение природы совершались медленно. В Египте развивалась хирургия, фармакология, фармация. В Египте научились бальзамировать (предохранять от разложения) трупы и, следовательно, были знакомы с внутренними органами человека.

Некоторые древнегреческие философы, развивая стихийно материалистическое мировоззрение, возражали против идеи сотворения мира сверхъестественной силой.

Древнегреческий философ Гераклит (540—480 гг. до н. э.), которого В. И. Ленин называл основоположником диалектики, учил, что тела превращаются друг в друга. Гераклит выразил эту идею непрерывного изменения в общеизвестной фразе: «Все течет, все меняется».

Эмпедокл (490—430 гг. до н. э.) утверждал, что растения самозарождаются из земли, а животные сначала существуют в виде разрозненных частей. «Так выросло много голов без шеи, скитались голые руки, лишенные плеч, блуждали одинокие глаза без лбов»; сила любви соединяет их случайно «как кто с кем повстречался» и «появилось много существ с двойными лицами и двойной грудью. Рожденные быком — с головой человека, и, наоборот, произошли рожденные людьми с бычачьими головами... с подогнутыми ногами, с неопределенными органами...» Эмпедокл был настолько популярен и любим, что в народе распространились слухи о том, что он не умер естественной смертью, а вознесся живым на небо. В действительности Эмпедокл погиб при исследовании вулкана Этны.

Эти представления древнегреческих философов не основывались на наблюдениях, эксперименте, а были просто умозрительными догадками.

Врач Гиппократ (около 460—377 гг. до н. э.) и его ученики доказывали, что болезни человека есть результат действия не каких-то сверхъестественных сил на организм человека, а неблагоприятных условий внешней среды (пищи, климата, условий жизни).

Философ Аристотель (384—322 гг. до н. э.) учил, что все организмы стремятся к идеальной форме. В связи с этим утверждением он расположил все природные тела в один ряд в определенной последовательности — от простого к сложному, т. е. в порядке градации. В начале этого ряда Аристотель поместил металлы, камни, минералы, потом растения, животных-растения, низших животных, высших животных, человека, высших духов. Эта идея градации Аристотеля в свое время сыграла большую роль в утверждении идеи эволюции. Аристотель считал возможным самозарождение живых существ из неживой материи, например самозарождение червей в иле

на дне водоемов и т. п. Представления Аристотеля о природе господствовали до XVI столетия.

Римский философ Лукреций (98—55 гг. до н. э.) в своем труде «О природе вещей» писал:

«Так и земля поначалу кусты возрастила и травы,
А уж затем разным способом и по различным причинам
Создала множество смертных существ всевозможной породы.
Ведь не могли же создания живые ни с неба свалиться,
Ни земноводные твари — из моря соленого выйти,
А потому справедливо земля имя матери носит
В силу того, что создания все из земли сотворились».

Ф. Энгельс писал: «...то, что было у греков гениальной догадкой, является у нас результатом строгого научного, опытного исследования»...¹.

В течение средних веков в истории идей эволюции никаких изменений не последовало. По-прежнему всеми признавался авторитет Аристотеля. И только в эпоху Возрождения оживилась мысль человеческая, начала освобождаться от церковных оков, стало крепнуть материалистическое мировоззрение, в науке совершился ряд открытий и изобретений и эволюционные идеи стали крепнуть.

В середине XVIII столетия великий русский ученый М. В. Ломоносов (1711—1765) развивал эволюционную идею в области геологии. В сочинении «О слоях земли» в 1757 г. М. В. Ломоносов писал: «Такие перемены произошли на свете не один раз, но случились в разные времена, несчетным множеством крат, и ныне происходят, и едва ли когда перестанут». Далее идею эволюции М. В. Ломоносов переносил на органическую природу. Он писал: «Напрасно многие думают, что все, что видим, с начала Творцом создано» и «Таковые рассуждения весьма вредны приращению всех наук».

М. В. Ломоносов 200 лет назад разъяснил происхождение янтаря настолько верно, что это остается верным и с точки зрения современного уровня знаний. Он придал своему разъяснению оригинальную форму — рассказывают о своей истории организмы, включенные в янтарь (в янтаре действительно иногда наблюдаются насекомые и другие организмы): «Кто таких ясных доказательств не принимает, тот пусть послушает, что говорят включенные в янтарь червяки и гадены... Сиделись мы на истекшую из дерев жидкую смолу, которая нас, привязав своей липкостью, пленила и, беспрестанно заливаясь, покрыла и заключила отсюда. Потом от землетрясения опустившееся вниз лесное место вылившимся морем покрылось; деревья опроверглись, илом и песком покрылись, купно со смолою и нами; где долгою времени минеральные соки в смолу проникли, дали большую твердость и, словом, в янтарь превратили, в котором мы получили гробницу великолепнее, нежели знатные и богатые на свете люди иметь могут».

Из сочинений М. В. Ломоносова видно, что он убежден был в непостоянстве, изменчивости, эволюции земной коры и всех организмов, обитающих на Земле. Взгляды Ломоносова разрушали метафизическое представление о природе.

Во второй половине XVIII века русский философ-демократ, писатель, революционер А. Н. Радищев (1749—1802) пропагандирует экспериментальное направление в биологии,

¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы. Госполитиздат. 1952, стр. 11.

трансформизм, идею «лестницы существ», очень распространенную в то время, подчеркивавшую постепенное развитие от простых форм к сложным, «...от камня и до человека явственная постепенность, благоговеяного удивления достойная. Явственна сия лестница веществ, древле уже познанная», — писал А. Н. Радищев.

Современник М. В. Ломоносова шведский ученый Карл Линней (1707—1778), прославившийся своей систематикой растений и животных, разделял господствовавшие тогда убеждения, что виды постоянны, неизменны. В своем труде «Философия ботаники» он писал: «Видов мы насчитываем столько, сколько различных форм было создано вначале». Однако Линней в течение своей жизни все больше и больше убеждался в том, что виды растений и животных не остаются постоянными, неизменными, а изменяются под влиянием изменяющихся условий жизни (почвенно-климатических условий, гибридизации и др.). В первых изданиях своего труда «Системы природы» Линней утверждал, что виды не изменяются, не создаются, что их число не меняется, а в десятом издании книги им уже были вычеркнуты слова «новые виды не создаются».

Современник М. В. Ломоносова и Линнея французский ученый Бюффон (1707—1788) развивает учение об изменчивости видов, о трансформизме. Причинами изменчивости видов Бюффон считает изменения климата, питания, почвы, упражнения и неупражнения органов, гибридизацию, одомашнивание животных.

Итак, в XVIII веке уже развивается учение об изменчивости видов, уже подготавливается почва для развития эволюционного учения.

В конце XVIII и в первой половине XIX столетия делаются попытки создать эволюционную теорию. Работы деда Чарлза Дарвина — Эразма Дарвина (1731—1802), французских ученых Ламарка (1744—1829) и Сент-Илера (1772—1844), русских ученых К. Ф. Вольфа (1733—1794), К. М. Бэра (1792—1876), П. Ф. Горянинова (1796—1865), К. Ф. Рулье (1814—1858), А. Н. Бекетова (1825—1902), Н. А. Северцова (1827—1885) и др. являются замечательными попытками создания эволюционной теории.

Жан-Батист Ламарк родился в обедневшей дворянской семье. Находясь на военной службе, Ламарк увлекается ботаникой. Выйдя в отставку, он заканчивает Высшую медицинскую школу в Париже и печатает свой труд «Флора Франции», а затем много статей по ботанике. Ламарк избирается почетным членом Московского общества испытателей природы.

В 1789 г. во Франции началась революция. Ламарк с восхищением приветствует победу революционеров. В посвященной французскому народу в печатавшейся в то время книге Ламарк пишет: «...Народ, сумевший вернуть себе священные права, неотъемлемо принадлежащие ему от природы, прими не льстивый привет, какой при старом режиме приносили пресмыкавшиеся рабы королям, министрам или знати, им покровительствовавшей, но прими дань восхищения, заслуженного твоими добродетелями и развитыми мудростью и неустрашимой преданностью твоих представителей». Позже, когда Наполеон захватил власть в свои руки и объявил себя императором, Ламарк резко осуждал действия Наполеона.

В 1794 г. Ламарк в возрасте 50 лет с увлечением и большим успехом исследует беспозвоночных. Ламарк работал не

Карл Линней



Жан-Батист Ламарк



только по вопросам ботаники и зоологии беспозвоночных, им проводились исследования и печатались труды и в области метеорологии, физики, химии и геологии.

В 1818 г. Ламарк ослеп и в конце жизни бедствовал. Он до самой смерти продолжал работать, диктуя свои труды дочерям. Умер Ламарк в 1829 г. Интересна надпись, приводящая слова дочерей, обиженных за судьбу отца, на памятнике, поставленном ему в 1909 г. в ботаническом саду в Париже: «Потомство будет гордиться Вами, оно отомстит за Вас, отец».

Ламарк в 1809 г., ровно за полстолетия до напечатания эволюционной теории Дарвином, напечатал книгу «Философия зоологии», в которой изложил эволюционную теорию. В этой теории Ламарк доказывал, что виды непостоянны, что они постепенно изменяются. Под воздействием внешних условий (климата, почвы, пищи, упражнения органов и т. д.) у растительных и животных организмов появляются малозаметные новые свойства; эти новые свойства передаются по наследству и таким образом возникают новые, отличные от прежних, организмы, появляется новый вид. Ламарк утверждает, что приобретенные новые свойства организма передаются по наследству (впоследствии Дарвин доказал и современная генетика подтвердила, что не всякие изменения свойств организма передаются по наследству, а лишь некоторые, изменения генов, хромосом — мутации).

Изменяемость видов Ламарк доказывал многочисленными доводами из систематики (отсутствие резких границ между некоторыми видами, например, видами осоки, переходные формы, наличие разновидностей и др.), наличием ископаемых форм, отличающихся от современных видов, изменчивостью домашних животных и культурных растений и др.

Как пример изменений растительного организма под влиянием внешней среды Ламарк приводил болотный лютик, развивающийся в воздушной среде, над водой цельные листовые пластинки, а в воде — настолько глубоко рассеченные, что они представляются пучками нитей (см. рис. 108).

Ламарк разработал целостную эволюционную теорию, он доказывал, что все виды произошли от других видов. Он был самым крупным из предшественников Дарвина.

Однако эволюционная теория Ламарка не свободна от ошибок. Так, проблему органической целесообразности Ламарк разрешает идеалистически (телеологически), не показывает процесса выработки целесообразности, усовершенствования, как это сделает в своей материалистической теории Дарвин, а просто принимает на веру, что каждому существу от рождения присуще внутреннее стремление к усовершенствованию, что каждое существо способно изменяться так, как ему полезно в данных условиях. По этому поводу впоследствии Дарвин писал Гукеру следующее: «Да сохранит меня небо от глупого Ламарковского «стремления к прогрессу»¹. Неверно также представление Ламарка об эволюции как о плавном процессе, не допускающем резких, скачкообразных изменений. Неправильно и представление Ламарка, что волевые усилия животных приводят к их изменению, например, вытягивание шеи жирафами в поисках корма — листьев вызывает удлинение шеи.

Критикуя теорию Ламарка, «не следует забывать, что во времена Ламарка науке далеко еще не хватало материала, чтобы высказаться по вопросу о происхождении видов иначе, чем в виде пророческих, так сказать, предвосхищений»².

Жоффруа Сент-Илер (1772—1844) — крупный французский ученый, работавший в области сравнительной анатомии и эмбриологии. Сент-Илер доказал закон единства плана в строении животных. Он писал: «...природа образовала все живые существа по одному и тому же принципиально однородному плану», «ныне живущие формы происходят непрерывным рядом поколений от исчезнувших допотопных животных». Причины изменений животных Сент-Илер, как и Ламарк, видел в воздействиях на животный организм условий среды.

Сент-Илер обратил внимание на то, что новые формы могут появляться внезапно благодаря воздействию измененных условий на зародыш.

В 1830 г. у Сент-Илера состоялся спор с противником эволюционной идеи, французским анатомом, палеонтологом Жоржем Кювье. Кювье отстаивал свою неверную теорию катастроф, Сент-Илер — эволюционную теорию. Противники остались при своих убеждениях. Это была схватка в борьбе креационистов с эволюционистами.

П. Ф. Горяинов (1796—1865), выдающийся русский ботаник и фармаколог, создал естественную классификацию растений, в основу которой положил идею прогрессивной эволюции растительного мира.

В 1834 г. П. Ф. Горяинов впервые сформулировал клеточную теорию, связав растительный и животный мир общностью клеточного строения.

Интересные мысли высказывал П. Ф. Горяинов о соответствии функций спор и спорангиев у споровых растений и пыльцы и пыльников, а также семязачек у семенных растений. П. Ф. Горяиновым выделены голосеменные и помещены между папоротникообразными и покрытосеменными.

■ ¹ Ф. Дарвин. Жизнь и письма Ч. Дарвина. 1888.

² Ф. Энгельс. Анти-Дюринг. Госполитиздат. 1950, стр. 70.

Чарлз Дарвин

В Англии, где родился и работал Дарвин, в первой половине XIX столетия бурно развивалась промышленность. Для промышленности от сельского хозяйства требовалось все больше и больше сырья — хлопка, льняного волокна, шерсти, зерна, жиров и т. п. Сельское хозяйство быстро росло. Расцвела селекция — наука о выведении новых, лучших сортов растений и пород животных. Главным методом в селекции являлся отбор лучших растений или животных для дальнейшего их размножения. В это время в Англии создают замечательные сорта пшеницы и других зерновых, картофеля, плодовых и декоративных растений.

Английское правительство организует специальные экспедиции для изучения неисследованных стран, с целью открытия новых источников сырья для промышленности, новых рынков для сбыта товаров и в конце концов с целью захвата новых колоний (Индия, Австралия, Новая Зеландия, Южная Африка и другие колонии). В экспедициях участвуют ученые. В одной из таких экспедиций будет участвовать натуралист Чарлз Дарвин.

Родился Чарлз Дарвин 12 февраля 1809 г. в семье врача. Дед его, Эразм Дарвин, также был медиком, ученым. В школьные годы Чарлз Дарвин увлекался собиранием коллекций жуков, растений и др. В студенческие годы он по-прежнему увлекался изучением природы, охотой, чтением книг о путешествиях и сам мечтал путешествовать. Впоследствии в своей автобиографии Дарвин писал, что школа не способствовала выработке в нем наблюдательности. «Я считаю, — писал Дарвин, — что всему тому ценному, что я приобрел, я научился самоучкой».

Необходимо отметить дружбу Дарвина с некоторыми учеными, оказавшими большое влияние на развитие его способностей. Например, Дарвин не только слушал лекции профессора Генсло по ботанике, но и совершал с ним научные экспедиции, вел длительные увлекательные беседы по естествознанию. На каникулах Дарвин, отдыхая дома, с увлечением помогал отцу лечить больных. Большое влияние на Дарвина оказала книга «Основы геологии» Лайэля, впоследствии близкого друга Дарвина, доказывавшая геологическую эволюцию.

В год окончания университета, в 1831 г. Дарвину повезло поступить натуралистом в экспедицию, отправлявшуюся в кругосветное путешествие. Путешествие совершалось на небольшом деревянном парусном судне «Бигль» и длилось 5 лет. Дарвин впоследствии писал в автобиографии: «Путешествие на «Бигле» было самым значительным событием моей жизни, определившим весь мой дальнейший жизненный путь». «Я всегда считал, что именно путешествию я обязан первым подлинным дисциплинированием, то есть воспитанием моего ума».

Дарвин уезжал в путешествие, разделяя общепринятое убеждение, что виды неизменны и был, согласно полученному воспитанию, верующим в бога человеком, а вернулся из путешествия убежденным эволюционистом и атеистом. В автобиографии Дарвин писал: «Я постепенно пришел к сознанию

Чарльз Дарвин



того, что Ветхий завет — с его до очевидности ложной историей мира, с его вавилонской башней, радугой в качестве знамения... и с его приписыванием богу чувств мстительного тирана — заслуживает доверия не в большей мере, чем священные книги индусов или верования какого-нибудь дикаря». «Так понемногу закрадывалось в мою душу неверие, и в конце концов я стал совершенно неверующим». В письме к А. Грех Дарвин писал: «Мне кажется, что в мире существует слишком много несчастья. Не могу убедить себя в том, что благодетельное и всемогущее Божество нарочно сотворило личинок наездников с той определенной целью, чтобы они питались в живом теле гусениц, или кошку, чтобы она играла мышью...»

После возвращения из путешествия, в 1836 г., Дарвин вместе с другими учеными занялся изучением собранных во время путешествия коллекций. В 1839 г. Дарвином был напечатан «Дневник путешествия», который имел очень большой успех и сделал его автора известным писателем-путешественником.

Но Дарвином все более и более овладевала мысль заняться разрешением важнейшего в естествознании вопроса о происхождении видов и ничем не отвлекаться от этой работы. От вопроса о происхождении видов Дарвин не отделял вопрос о происхождении человека. Уже тогда, в конце 30-х годов, Дарвин склонялся к решению вопроса о происхождении человека таким же путем, как и любого другого вида млекопитающих. Так, Дарвин в записной книжке в 1837 г. пишет: «Если дать простор нашим предположениям, то животные — наши братья по боли, болезни, смерти, страданию и голоду, — наши рабы в самой тяжелой работе, наши товарищи в наших удовольствиях — все они ведут, быть может, свое происхождение от одного общего с нами предка — нас всех можно было бы слить вместе».

В 1839 г. Ч. Дарвин женился. Вскоре он принял решение поселиться в деревне Даун, посвятив все время и силы науч-

ной работе. Дарвин писал: «Я ненавижу лондонские улицы... Этот Лондон — дымное место, способное отнять у человека значительную долю лучших удовольствий жизни». Семейная жизнь Дарвина сложилась счастливо, что содействовало успеху его научной работы. Дарвин любил общественную деятельность; он принимал горячее участие в организации деревенского клуба и в течение 30 лет состоял его казначеем, участвовал в делах сельской школы и т. п.

В Дауне Дарвин прожил до конца жизни и написал труды «Происхождение видов», «Изменчивость прирученных животных и возделываемых растений», «Происхождение человека», исследования по вопросу самоопыления и перекрестного опыления у растений, о насекомоядных растениях, о способности растений к движению и многие другие. 19 апреля 1882 г. Чарлз Дарвин умер.

Теория естественного отбора

Над главным трудом своим под названием «Происхождение видов» Дарвин работал около 20 лет — с 1837 до 1859 г. В 1842 г. Дарвин впервые написал краткое изложение своей теории естественного отбора. 24 ноября 1859 г. вышел из печати его труд, полным названием которого было «Происхождение видов посредством естественного отбора или сохранение более приспособленных рас в борьбе за жизнь». Книга эта имела небывалый успех; весь ее тираж (1250 экземпляров) был распродан в первый же день. В последующие годы книга много раз переиздавалась, была переведена почти на все европейские языки.

Изменчивость

В книге «Происхождение видов» Дарвин сначала анализирует процесс возникновения новых сортов культурных растений и пород домашних животных. В практике сельского хозяйства уже было известно много фактов, доказывавших, что существующие сорта изменяются под влиянием внешних условий (почвы, удобрения, влажности, температуры и др.) и в результате размножения новых изменившихся организмов образуется новый сорт. Таким образом, изменчивость существующих сортов является основным процессом или фактором появления новых сортов.

Дарвин приводит пример изменения плодов персика, когда на дереве, имевшем обычные покрытые волосками плоды, появилась ветка с совершенно гладкими плодами. Так же возникли многочисленные сорта хризантем и других растений. Потомки растений различаются то своей величиной, то окраской цветков или листьев, то количеством плодов или семян, то содержанием в клетках крахмала или сахара, или масла, или какого-нибудь лекарственного вещества, то болезнеустойчивостью, то морозоустойчивостью и т. п.

Наследственность

Но новые сорта могут произойти от изменившихся растений только в том случае, если возникшие изменения будут передаваться потомкам по наследству. Таким образом, наследственность наряду с изменчивостью является другим основным процессом или фактором появления новых сортов.

Искусственный отбор

Употребляя растения в пищу, человек уничтожает их, оставляя только некоторые для дальнейшего размножения. Обычно сохраняются человеком и оставляются для размножения наиболее ценные для него организмы, наиболее ему нравящиеся. И такой искусственный отбор производится человеком в каждом поколении растений. Так вследствие наследственной изменчивости и искусственного отбора постепенно, из поколения в поколение изменяются свойства организмов, составляющих данный сорт, изменяется сорт. И понятно, почему сорт изменяется в направлении, соответствующем требованиям и вкусам человека, если сам человек производит отбор по своему вкусу.

Посредством искусственного отбора человеком получены, например, высокосахаристые сорта сахарной свеклы. Дикая свекла существует и теперь и имеет (и имела) около 6% сахара в клеточном соке корнеплода. И сам утолщенный корень дикой свеклы не толще пальца. В культуре сахарная свекла появилась в конце XVIII века. К 1838 г., после первых отборов, содержание сахара в клеточном соке корнеплодов увеличилось до 9%, в 1858 г. путем отбора были получены сорта с 10% сахара, к 1878 г. — с 12%, к 1898 г. — с 15%, в 1908 г. — с 18% сахара. В настоящее время у отдельных растений наблюдается 25% сахара и больше. Селекция также достигла больших успехов в направлении увеличения корнеплода сахарной свеклы и ее болезнеустойчивости.

Посредством искусственного отбора селекционеры получили много новых замечательных, высокоурожайных и высококачественных сортов полевых, огородных, садовых и других растений. Такой сознательный, методический искусственный отбор начали проводить в XVIII столетии. А ранее, и в некоторых случаях в настоящее время, проводили бессознательный отбор. Не задаваясь никакой целью, не владея никакой специальной методикой, просто жалели уничтожать лучшие растения, сохраняли их, размножали их... и получался искусственный отбор, бессознательный. Поскольку сущность отбора в истреблении неудовлетворительных особей, постольку как сознательный, так и бессознательный отбор приводит к одному и тому же результату — истреблению неудовлетворительных организмов или сохранению в живых лучших организмов.

Так были получены виды капусты: белокочанная, краснокочанная, брюссельская, цветная, савойская, кормовая, кольраби.

Таким же образом были получены и замечательные породы домашних животных — собак, лошадей, крупного рогатого скота (корова дикого тура давала 600—700 л молока в год, а лучшие культурные породы — до 20 000 л), овец, свиней, кур (дикая курица несет 6—10 яиц в год, а лучшие домашние куры — более 350 яиц), голубей и многих других животных.

Так же в естественных условиях, в природе происходит изменчивость организмов под влиянием внешних условий. Многие из этих изменений являются наследственными. Таким образом среди организмов, составляющих вид, появляются разнообразные новые организмы. Изменения организмов бывают незначительные, малозаметные, но бывают и значительные, резкие, хорошо заметные.

Рождается организмов намного больше, чем выживает. Большая часть народившихся организмов погибает. Если бы

340. Геометрическая прогрессия размножения.

	С Л О Н, <i>Elephas</i> — в 100 лет — 8 детенышей. в 750 лет — 19.000.000 особей	
	С Е Л Ъ Д Ъ, <i>Clupea</i> — в один раз мечет 40.000 икринок	} <i>в 30-е поколение мечет икры</i>
	Л О П У Х, <i>Lappa</i> — в год 28.000 семян	
	И В А, <i>Salix</i> — в год 3.000.000 семян	
	Г Р И Б Т Р У О В И К, <i>Polyporus</i> — в месяц 5.500.000.000 спор	
	ХОЛЕРНЫЙ ВИБРИОН, <i>Vibrio</i> — в сутки может дать потомство вмещающееся в 10-и товарных вагонах	

выживали все рождающиеся слоны (а слон — очень медленно размножающееся животное), то в течение 750 лет от одной пары слонов размножилось бы 19 000 000 особей. Если бы выживали все рождающиеся мыши, то в течение 7 лет от одной пары мышей размножилось бы столько, что они заняли бы всю сушу земного шара (рис. 340). Дарвин доказал, что микроорганизмы, растения и животные размножаются в геометрической прогрессии и что большая их часть погибает.

Борьба за существование

Гибель большей части народившихся организмов происходит вследствие разных причин: либо организм не может выжить вследствие неблагоприятно сложившихся условий окружающей его мертвой природы, например гибель растений от мороза или от засухи и т. п. («борьба за существование» с мертвой окружающей природой); либо организм истребляется окружающими его живыми организмами, например истребление растения травоядным животным («межвидовая борьба за существование»); либо организм гибнет, не выдержав конкуренции с другими особями того же вида, например сеянцы дуба в лесу, конкурируя друг с другом, гибнут вследствие недостатка воды, света и т. п. («внутривидовая борьба за существование»). Все разнообразнейшие формы зависимости организма от окружающей его мертвой и живой природы Дарвин относил к борьбе этого организма за свое существование, понимая процесс борьбы в самом широком смысле слова. В «Происхождении видов» он писал: «Выражение борьбы за существование употребляется... в широком и переносном смысле слова».

В природе зависимость одних организмов от других, т. е. их борьба за существование, крайне сложна. Дарвин приводит следующий пример этих сложных зависимостей организмов. Урожай семян и, следовательно, размножение клевера зависят от посещения его цветов шмелями, которые, питаясь нектаром, производят перекрестное опыление клевера (при самоопылении клевер совсем не дает семян). Следовательно, чем больше в данной местности шмелей, тем больше произведет клевер семян и тем лучше размножится. Шмели в свою очередь зависят от мышей, землероек, которые разоряют

шмелиные гнезда в земле. Мыши в свою очередь зависят от кошек, которые истребляют их. Таким образом, вырисовывается сложная картина борьбы за существование. Чем больше в данной местности животных кошащей породы, тем меньше мышей, землероек; чем меньше мышей, тем больше шмелей и больше семян клевера. В действительности борьба за существование еще сложнее — размножение клевера зависит не только от шмелей, но и от травоядных животных, и от грибных заболеваний и т. д., благополучие шмелей зависит не только от мышей, а благополучие мышей зависит не только от кошек.

Итак, вся масса нарождающихся организмов не выживает, большая часть их в процессе борьбы за существование гибнет. Погибают скорее, чем другие, те организмы, которые оказываются относительно менее приспособленными к условиям жизни (мороз, засуха, состав почвы, бактерии и грибы, вызывающие заболевания и т. п.). Таким образом, всегда остаются существовать, размножаться и продолжают изменяться те из разновидностей, которые оказываются более приспособленными к сложившимся условиям существования.

Естественный отбор

Этот процесс выживания более приспособленных разновидностей назван Дарвином естественным отбором. Естественный отбор происходит непрерывно и повсеместно. Дарвин в своем труде «Происхождение видов» писал: «Естественный отбор ежедневно, ежечасно исследует по всему миру каждое уклонение, даже самое ничтожное, отбрасывает все дурное, сохраняет и накапливает полезное, неслышно и неприметно работает, когда бы и где бы не представился случай, над усовершенствованием каждого органического существа, прилагая его к органическим и неорганическим условиям жизни».

Необходимо подчеркнуть явление накопления того или иного свойства в организме. Какое-нибудь новое качество, новый признак организма, появившийся вследствие влияния на него условий среды, усиливается из поколения в поколение, так как те же условия продолжают оказывать на изменившиеся организмы то же влияние и вызывать изменения все в том же направлении.

Вследствие процесса естественного отбора появляются новые, более приспособленные к условиям среды, разновидности. По мере роста признаков, отличающих эти разновидности друг от друга и от исходной формы, разновидности становятся обособленными видами.

Дивергенция признаков

В процессе эволюции выживают в большей степени те из новых возникающих форм, которые меньше похожи на своих предков и на своих современников. И наоборот, формы, больше похожие друг на друга и на своих предков, более остро конкурируют друг с другом и выживают в меньшей степени. Поэтому в эволюционном процессе замечается, что выживают скорее формы с различными признаками, что признаки словно стремятся расходиться.

Эта закономерность получила название принципа расхождения признаков, или дивергенции. Дарвин в «Происхождении видов» писал: «...чем разнообразнее строение, общий склад и привычки потомков какого-нибудь вида, тем легче они будут в состоянии завладеть более многочисленными и более разнообразными местами в экономике природы, а следовательно, тем легче они будут увеличиваться в числе».

Конвергенция признаков

Уоллес описывает следующую дивергенцию в роде синиц: синица-кузнечик крупная, питается большими насекомыми и даже мелкими птичками; синица черная приспособлена к питанию семенами и мелкими насекомыми; синица-лазорева питается червями и мелкими насекомыми; синица болотная живет в сырых низинах, синица хохлатая — в хвойных лесах и питается семенами хвойных.

И наоборот, в эволюции двух неродственных организмов иногда наблюдаются сходные изменения, так сказать, сходные признаки. Такое явление называется конвергенцией. Например, выработка насекомоядным растением рясняной пищеварительных ферментов, сходных с таковыми, вырабатываемыми пищеварительными железами животных. Аналогичные органы также являются примером конвергенции.

«Интересно рассматривать густо заросший клочок земли, покрытый разнородными растениями, с поющими птицами в кустах, с насекомыми, толкующимися вокруг них, с червями, ползущими по влажной почве, и думать, что все это давно построенные формы, столь отличные одна от другой и одна от другой зависящие таким сложным способом, все возникли по законам, действующим вокруг нас. Эти законы в обширнейшем их смысле суть развитие и воспроизведение, наследственность, почти необходимо связанная с воспроизведением изменчивость, обуславливаемая прямым или косвенным действием жизненных условий, а также деятельностью и бездействием органов, прогрессия размножения, столь быстрая что ведет к борьбе за существование, а следовательно, и к естественному отбору, с коим неразрывны расхождение признаков и вымирание менее усовершенствованных форм. Та из вечной борьбы, из голода и смерти прямо следует самое высокое явление, которое мы можем себе представить, а именно — возникновение высших форм жизни. Есть величие в этом воззрении...», — пишет Дарвин в «Происхождении видов».

Органическая целесообразность

По мере роста приспособленности организмов к условиям среды вырабатываются все более и более относительно совершенные приспособления, вырабатывается так называемая органическая целесообразность. Органическая целесообразность наблюдается в явлениях защитной формы и окраски у животных, в явлениях замечательных разнообразных приспособлений к перекрестному опылению у растений и во многих других случаях. Приведем примеры.

В тропической части Азии живет бабочка *Kallima paralecta* имеющая ярко окрашенную верхнюю поверхность крыльев нижняя поверхность крыльев окрашена так, как окрашены листья растения, на котором обычно сидит бабочка. Форма сложенных крыльев очень похожа на лист. Таким образом когда бабочка испугается приближающейся насекомоядной птицы и инстинктивно сложит крылья, она становится трудной отличимой от листьев растения и птица ее не находит. Подобных примеров среди бабочек (например, распространенная у нас бабочка красная орденская лента — *Catocala purpurea* — не отличимая от коры дерева) и вообще среди насекомых можно привести очень много. Подобные примеры многочисленны и среди птиц, и среди других типов животных.

Птица кроншнеп большой, гнездящаяся среди прибрежной растительности, имеет окраску оперения в виде темных и светлых полос, а также длинные ноги и клюв, которые дела-

ют ее не отличимой от окружающих стеблей и линейных листьев и служат ей защитной формой и окраской.

Растения, перекрестно опыляющиеся насекомыми, выработали путем естественного отбора в цветках железки — нектарники (см. рис. 64 и 206), выделяющие сладкий, питательный для насекомых сок. В поисках этого нектара насекомые посещают цветки и на своем теле переносят созревшую пыльцу из цветка в цветок.

Столь же целесообразны выработавшиеся яркие окраски лепестков, запахи цветков, привлекающие насекомых и этим обеспечивающие полезное для растения перекрестное опыление. Цветки, опыляющиеся мухами, имеют запах тухлого мяса соответственно вкусу мух (например, у кирказона). Становится понятным, почему у растений, перекрестно опыляющихся ветром (например, рожь, кукуруза, конопля, тополь), нет ни нектара, ни яркой окраски околоцветника, ни запаха.

У растения шалфея — *Salvia officinalis* (см. рис. 311) в процессе естественного отбора выработалось специальное механическое приспособление (см. рис. 211), обеспечивающее перекрестное опыление. И таких целесообразных разнообразных приспособлений, способствующих перекрестному опылению, у цветковых растений встречается очень много.

Следует еще вспомнить о целесообразной диогамии, предотвращающей самоопыление растений вследствие разновременного созревания тычинок и пестиков.

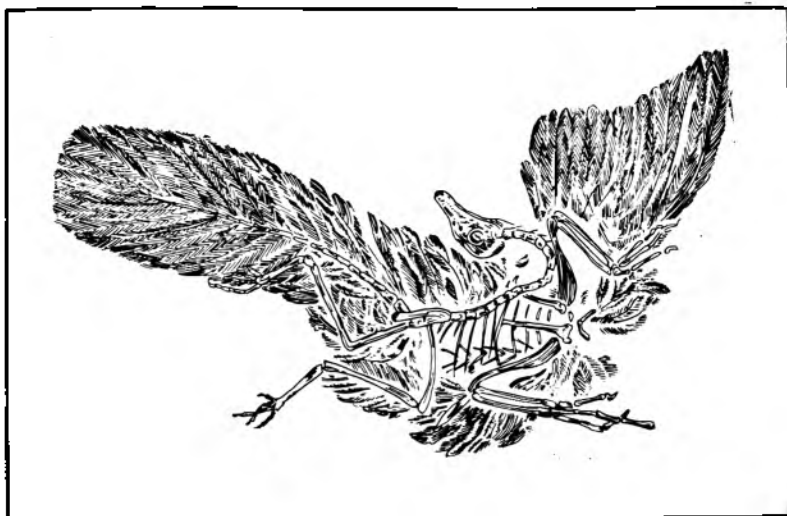
Приведем еще пример органической целесообразности. В анатомии растений выяснено, что механические ткани в стебле, корне и других органах растения распределяются целесообразно, по законам механики, придавая органу большую прочность. Постоянно и везде действующий естественный отбор, т. е. гибель (ломка ветвей от ветра или снега, или под тяжестью плодов, разрыв корня при буре или урагане и т. п.) растений, имеющих менее прочные стебли или корни, приводил к тому, что сохранялись и продолжали размножаться растения с более прочным стеблем или корнем, т. е. таким, в котором расположение механических элементов больше соответствует законам механики и придает большую прочность органу. В дальнейшем расположение в органе механических тканей продолжало изменяться, как продолжали меняться и любые другие качества растения, но естественный отбор, продолжая свое действие в одном и том же направлении (в направлении увеличения прочности органа, т. е. более целесообразного расположения механических тканей в органе), накапливал, совершенствовал целесообразное распределение механических тканей в органе.

Некоторые биологи ошибочно объясняли этот (и другие подобные) процесс появления целесообразности в организмах. Они полагали, что самому растению или животному свойственно изменяться только целесообразно.

Это направление мысли получило название телеологического. Телеология — учение о том, что в основе строения организмов лежит внутренняя цель, предопределяющая направление развития организма. Телеологи природе приписывают сознательные, намеренные действия. Телеологическое объяснение явлениям целесообразности давал Ламарк, полагая, что каждому организму от рождения присуще внутреннее стремление к совершенствованию. Телеологическое объяснение явлению мутации, т. е. скачкообразным изменениям

**Телеологическое
направление
в биологии**

341. Археоптерикс.



организмов, давал и де Фриз, полагая, что мутации, без участия естественного отбора, сразу появляются приспособленными к внешним условиям среды.

На ошибочность идеалистического, телеологического объяснения целесообразности в природе указывал в свое время Ф. Энгельс, когда он писал К. Марксу об эволюционной теории Дарвина, что в этой области телеология не была еще разрушена, а теперь это сделано.

Витализм

Материалистическое объяснение Дарвином явления целесообразности в органической природе полностью опровергло измышления виталистов о «жизненной силе», об изначально присущей всему живому целесообразности. Витализм зародился еще в древности и пытался объяснить явления и сущность жизни не материалистически, а идеалистически, при помощи сверхъестественной «жизненной силы» или «энтелехии», или «души» и т. п. Виталисты ошибочно считали, что материя пассивна и живой ее делает особая непознаваемая «жизненная сила». Реакционное идеалистическое лжеучение виталистов возродилось в начале XX века под названием неовитализма и было разбито благодаря новым успехам материалистической науки.

**Доказательства
правильности
теории
Ч. Дарвина**

Правильность эволюционной теории Дарвина доказывается массой фактов из разных областей биологии. Например, одним из доказательств из области палеонтологии является открытие вымершей переходной формы — археоптерикса. Археоптерикс (рис. 341) совмещает в себе признаки пресмыкающихся (зубы во рту, брюшные ребра, пальцы на передних конечностях, длинный хвост) и птиц (передние конечности, подобно крыльям, покрыты перьями, хвост из перьев, клюв). Следовательно, действительно ранее, когда еще не было птиц, существовали организмы, переходные между пресмыкающимися и птицами.

Палеоботаниками изучено много отпечатков растений в каменноугольных и других напластованиях. По этим отпечаткам уже не существующих растений можно точно установить, что представлял собой растительный мир в прошлые геологические эпохи (см. рис. 181).

Палеонтологией установлено, что растительные формы, существовавшие в более поздние, близкие к нашему времени геологические эпохи, имеют больше сходства с ныне существующими растениями, чем растительные формы, существовавшие в более ранние геологические эпохи.

Многочисленные палеонтологические данные убедительно доказывают правильность эволюционной теории Дарвина.

В области морфологии сильнейшим доказательством эволюционной теории является сходство во внешнем и внутреннем строении растительных организмов, изменения растительных органов в зависимости от изменений условий существования, от изменения их физиологии (превращение листа в усик или колючку, превращение стебля в корневище или клубень и другие метаморфозы), наличие зачатков тычинок в женских цветках или зачатков пестиков в мужских цветках многих видов, ныне раздельнополых.

Замечательно доказывается родственность, общее происхождение разных типов растений сходством процессов их полового размножения. Для споровых и цветковых растений обнаружены общие закономерности их бесполого и полового размножения.

Клеточная теория доказывает единство растительного и животного мира.

В области эмбриологии доказательствами эволюционной теории являются сходства зародышей животных в ранних стадиях эмбрионального развития. Во второй половине XIX столетия Дарвином, Мюллером и Геккелем был открыт биогенетический закон, согласно которому индивидуальное развитие отдельного организма любого вида (онтогенез) является сокращенным повторением эволюционного развития этого вида (филогенеза). Так, многоклеточный сложный организм начинает свое эмбриональное развитие с одной клетки (оплодотворенной яйцеклетки, или зиготы), затем проходит через многоклеточное состояние, потом у него закладываются различные органы и т. д. Так и эволюционное развитие данного вида начиналось с простейших одноклеточных организмов, затем следовали многоклеточные примитивные организмы, потом они усложнялись в процессе эволюции. Так и зародыш человека развивается, то будучи похожим на зародыш рыбы, то, позже, — на зародыш земноводного, потом — на зародыш пресмыкающегося и т. д.

Среди цветковых растений можно также найти примеры проявления филогенеза в онтогенезе. Например, первые листья у некоторых видов акаций имеют не филлодии, а простые черешки, тогда как последующие листья уже имеют характерные для вида филлодии. У саговника листья перед их распусканием свернуты улиткообразно, как у папоротников (см. рис. 183). Первыми при развитии стебля сосудами, образующимися из меристемы, являются наиболее примитивные, свойственные низкоорганизованным формам растений трахеиды, кольчатые и спиральные.

В области экологии и географии растений все факты приспособления растений к данным условиям (абиотическим и биотическим) являются доказательством эволюционной теории, доказательством теории естественного отбора. Объяснить появление и развитие приспособительных признаков у организмов можно только естественным отбором. Географическое распределение растений может быть понято только при учете эволюционных изменений, происходивших на по-

верхности земной коры, и эволюционного развития самих растений. Экология и география растений ясно показали, что все виды растений и животных распределены на Земле не случайно, а находятся в тесной взаимозависимости как друг от друга, так и от условий среды. Организм и среда едины.

Итак, теория происхождения видов путем естественного отбора исчерпывающе доказана массой фактов. Больше того, человек сам научился выводить новые замечательные породы домашних животных и сорта культурных растений, пользуясь методом отбора.

Понятие о виде

Обычно видом называют группу подобных один другому организмов. В биологии додарвиновского периода, т. е. до середины XIX века, господствовало метафизическое воззрение на виды как на неизменяемые, в своем происхождении никак друг с другом не связанные, созданные сверхъестественной силой. Характерно для этого мировоззрения высказывание Линнея в его «Философии ботаники», что видов существует столько, сколько их было ранее.

В связи с ростом капиталистической промышленности и сельского хозяйства и изменением в обществе производственных отношений в первой половине XIX века происходят изменения в господствующем мировоззрении. Сущность этих изменений выражена Ф. Энгельсом в «Диалектике природы» следующим образом: «Все застывшее стало текучим, все неподвижное стало подвижным, все то особое, которое считалось вечным, оказалось преходящим, было доказано, что вся природа движется в вечном потоке и круговороте»¹.

Сначала Ламарк в начале XIX века, потом окончательно Дарвин в середине XIX века доказали, что виды изменяемы, что одни виды происходят из других. Дарвин в «Происхождении видов» писал: «Я считаю индивидуальные различия, хотя мало интересные для систематики, крайне важными для нас в качестве первых шагов к образованию разновидностей... Разновидности, несколько более выраженные и постоянные, я считаю за шаги к еще более резко выраженным и постоянным разновидностям, а эти последние — как шаги к подвидам и видам».

Ламарк и Дарвин понимали эволюцию видов в природе как сплошной, непрерывный поток изменяющихся форм. Дарвин писал в «Происхождении видов»: «Термин „вид“ я считаю совершенно произвольным, придуманным ради удобства, для обозначения групп особей, близко между собою схожих, и существенно не отличающихся от термина „разновидность“, которым обозначают формы, менее резко различающиеся и более колеблющиеся в своих признаках». Таким образом, Ламарк и Дарвин отрицали реальность существования видов.

Дальнейшие исследования проблемы вида привели к более глубокому его пониманию. Известный советский ботаник В. Л. Комаров в 1940 г. в своей книге «Учение о виде у растений» дает следующее определение понятия вид: «Вид

■ ¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы. 1952, стр. 11.

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... Вид подвижен, так как он — единство противоположностей, наследственности и изменчивости».

Вид под влиянием различных условий среды дифференцируется на популяции. Популяции в процессе эволюции могут дать начало разновидностям. Новые сорта растений, создаваемые искусственным отбором, являются популяциями.

Оценка теории Дарвина классиками марксизма-ленинизма

Эволюционная теория Дарвина была высоко оценена классиками марксизма-ленинизма.

Ф. Энгельс в письме к К. Марксу 12 декабря 1859 г. (т. е. на 19-й день после опубликования теории Дарвина) писал: «Вообще же Дарвин, которого я как раз теперь читаю, превосходит... до сих пор еще не было такой грандиозной попытки доказать историческое развитие в природе, да еще с таким успехом».

К. Маркс в письме к Ф. Энгельсу 19 декабря 1860 г. писал о книге Дарвина «Происхождение видов»: «...эта книга дает естественно-историческую основу нашим взглядам»¹.

Ф. Энгельс в своей речи на могиле К. Маркса сказал: «Подобно тому, как Дарвин открыл закон развития органического мира, Маркс открыл закон развития человеческой истории».

В. И. Ленин в 1894 г. в книге «Что такое „друзья народа“ и как они воюют против социал-демократов?» писал: «Дарвин положил конец воззрению на виды животных и растений, как на ничем не связанные, случайные, „богом созданные“ и неизменяемые, и впервые поставил биологию на вполне научную почву, установив изменимость видов и преемственность между ними»².

Дарвин не только исчерпывающе доказал эволюцию органического мира, но и открыл движущие силы эволюции. Разумеется впоследствии некоторые разделы теории Дарвина продолжали разрабатываться. Ф. Энгельс в «Диалектике природы» писал: «Я признаю в учении Дарвина теорию развития, но способ доказательства (борьба за существование, естественный отбор) Дарвина принимаю лишь как первое, временное, несовершенное выражение недавно открытого факта». И со временем эти недавно открытые факты продолжали углубляться и разрабатываться дарвинистами.

Дарвином неудачно было заимствовано у Мальтуса выражение «борьба за существование». Хотя Дарвин и делает оговорки, что он понимает это выражение в переносном, ши-

■ ¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения. ГИЗ, 1963, т. XXX, стр. 102.

² В. И. Ленин. Сочинения. Изд. 5-е, т. 1, 1958, стр. 139.

роком смысле слова, все же оно остается слишком узким, не вмещающим в себя широко распространенной в природе взаимопомощи («борьба» в смысле «взаимопомощи!»). Ф. Энгельс в «Диалектике природы» писал: «Взаимодействие мертвых тел природы включает гармонию и столкновение, взаимодействие живых существ включает сознательное и бессознательное сотрудничество, а также сознательную и бессознательную борьбу. Нельзя даже в растительном и животном мире видеть только одностороннюю „борьбу“. Но совершенное ребячество подводить все многообразие исторического развития и усложнения жизни под одностороннюю и тощую формулу „борьбы за существование“»¹...

«...Ошибка Дарвина заключается именно в том, что он в своем „Естественном подборе, или переживании наиболее приспособленных“ смешивает две совершенно различные вещи: 1. Подбор благодаря давлению перенаселения, где прежде всего переживают, может быть, наисильнейшие, но где этими переживающими могут быть также и наислабейшие в известном отношении индивиды. 2. Подбор благодаря большей способности приспособления к изменившимся обстоятельствам, где переживающие лучше приспособлены к этим обстоятельствам, но где это приспособление может быть в целом как прогрессом, так и регрессом (например, приспособление к паразитической жизни всегда регресс)»². И действительно, ведь оказывались более приспособленными и выживали на острове «наислабейшие», неспособные летать жуки (когда ветер уносил с острова в море способных летать жуков); ведь оказывались без давления перенаселения более приспособленными растения и животные при переселении их в новые климатические условия.

В последние десятилетия стало распространенным обвинение Дарвина в «мальтузианских» ошибках. Мальтус доказывал, что голод, нищета, увеличение смертности пролетариата, порожденные капитализмом, есть «естественные законы», обусловленные перенаселением. Ложное учение Мальтуса было тогда же, в первой половине XIX столетия, разбито К. Марксом. Приписывание Ч. Дарвину мальтузианских ошибок неосновательно, и это прекрасно поясняется К. Марксом в «Теории прибавочной стоимости»: «Дарвин в своем превосходном сочинении не видел, что он опровергает теорию Мальтуса, открывая в царстве животных и растений „геометрическую“ прогрессию. Теория Мальтуса основывается как раз на том, что он ...геометрическую прогрессию человека противопоставляет химерической „арифметической“ прогрессии животных и растений».

Развитие учения Дарвина и борьба за дарвинизм

Вскоре после появления теории Дарвина в печати разгорелась дискуссия между его сторонниками и противниками. Среди противников ведущую роль играли церковники, среди

■ ¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы. 1965, стр. 270.

² Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., 1950, стр. 248.

сторонников теории — все прогрессивные ученые. В этом отношении показательным является диспут в Англии, в Оксфорде, в 1860 г. На диспуте выступал широко известный оратор епископ Вильберфорс, сиюсь разрушить теорию Дарвина и проявляя при этом безграмотность и неконимание теории. На том же диспуте победоносно выступал дарвинист, впоследствии друг Дарвина, Томас Гексли. Диспут закончился полным поражением антидарвинистов.

Впоследствии, углубляя теорию естественного отбора, доказывая и пропагандируя ее, выдвинулись как дарвинисты следующие ученые: в Англии — зоолог, палеонтолог Гексли, ботаник Гукер, натуралист Уоллэс и др., в Германии — биолог, эмбриолог Геккель (впоследствии скатившийся к социал-дарвинизму), эмбриолог Мюллер, эмигрировавший в Южную Америку, в Австрии — палеонтолог Неймайр, в Северной Америке — ботаник Аза-Грей, в России — К. А. Тимирязев и др.

По мере развития капиталистического общества и углубления классовых противоречий росла идеологическая борьба между идеализмом и материализмом. В конце XIX начале XX столетия стало появляться как никогда много идеалистических реакционных теорий, вступавших в борьбу с материализмом, с материалистической стихийно диалектической теорией Дарвина.

Одной из наиболее реакционных антидарвинистских теорий был социальный дарвинизм и вытекающий из него расизм. Социал-дарвинизм заключался в полном перенесении дарвиновской теории естественного отбора в социологию, в приложении закономерностей, открытых Дарвином в растительном и животном мире, к человеческому обществу. Социал-дарвинисты считают, что эксплуататорские классы состоят из людей одаренных, победивших в борьбе за существование. Социальный дарвинизм является орудием буржуазии в ее борьбе с пролетариатом. Социал-дарвинистской «теорией» буржуазия оправдывает империалистические захватнические войны, эксплуатацию колониальных и полуколониальных народов, социальное неравенство людей в капиталистическом обществе, разжигание расовой ненависти и т. п.

Приводим некоторые утверждения социал-дарвинистов. Геккель писал: «Среди людей, как и среди животных или растений, лишь небольшое привилегированное меньшинство способно поддерживать свою жизнь и процветать. Громаднейшая же масса должна голодать и более или менее преждевременно погибнуть в бедности».

Форт в книге «Путь к спасению», изданной в 1948 г. в Нью-Йорке, указывал: «Врачи сосредоточивают все свои усилия на одной задаче — спасать людей от смерти... Улучшая постановку медицинской помощи и санитарные условия, они несут ответственность за продление жизни миллионов обнищавших людей»¹.

Социал-дарвинизм был опровергнут в самом начале своего существования. Была убедительно доказана вся его несостоятельность. Приведем некоторые утверждения, раскрывающие несостоятельность социал-дарвинизма. Ф. Энгельс в своем письме к Лаврову еще в 1874 г. писал: «Самое существенное отличие человеческого общества от мира животных состоит в том, что животные в лучшем случае накапливают, между тем

■ ¹ «Правда» от 22 апреля 1949 г., № 112, стр. 3.

как люди производят. Но уже одно это капитальное отличие делает невозможным простое перенесение законов животного мира в человеческое общество»¹.

К. Маркс говорил: «Природа не производит, с одной стороны, владельцев денег и товаров, а с другой — владельцев только собственной рабочей силы»².

Ф. Энгельс писал: «Но история развития общества существенно отличается от истории развития природы. Именно: в природе... действуют одна на другую лишь слепые, бессознательные силы, и общие законы проявляются во взаимодействии этих сил. Здесь нигде нет сознательной, желанной цели... Наоборот, в истории общества действуют люди, одаренные сознанием, действующие обдуманно или по страсти ставящие себе определенные цели»³.

К. А. Тимирязев писал: «Учение о борьбе за существование останавливается на пороге культурной истории. Вся разумная деятельность человека одна борьба — с борьбою за существование»⁴.

На основе социал-дарвинизма еще в XIX веке возникла реакционная расистская «теория», проповедующая неравенство рас, расовую борьбу как движущую силу социального развития. Лженаучность и реакционность расовой теории очевидны. Равноценность рас доказана, — расы происходят от одного корня и принадлежат к одной и той же стадии развития человека, расы не имеют глубоких различий, а отличаются лишь более или менее безразличными признаками, не являющимися приспособительными, и все время происходит и даже усиливается процесс смешения рас.

В СССР все расы в равной мере и с равным успехом развивают культуру, строят коммунизм, на практике опровергая расистские «теории».

Теория Дарвина нашла в России вторую родину. Почва для восприятия этой теории была подготовлена революционными демократами, философами-материалистами В. Г. Белинским (1811—1848), А. И. Герценом (1812—1870), Н. Г. Чернышевским (1828—1889), Н. А. Добролюбовым (1836—1861), Д. И. Писаревым (1840—1868), соединявшими материализм с идеей развития, пропагандировавшими дарвинизм.

Предшественниками дарвинизма в России являлись естествоиспытатели: П. Ф. Горянинов, К. Ф. Рулье, А. Н. Бекетов, Н. А. Северцов и др., развивавшие эволюционное учение. А. Н. Бекетов одновременно с Дарвином объяснил на основании естественных причин происхождение биологической целесообразности у организмов. Сразу же после выхода в свет «Происхождения видов», в 1860 г., в Петербургском университете С. С. Куторга в своих лекциях излагал теорию Дарвина. Полный перевод «Происхождения видов» Дарвина был сделан С. А. Рачинским в 1864 г.

Впоследствии пропагандировали и развивали учение Дарвина в России физиолог И. М. Сеченов (1829—1905), эмбриолог-зоолог А. О. Ковалевский, палеонтолог В. О. Ковалевский, ботаник-физиолог К. А. Тимирязев, биолог И. И. Мечников, физиолог И. П. Павлов (1849—1936), эмбриолог А. Н. Северцов (1866—1936) и др.

■ ¹ Ф. Энгельс. Дialeктика природы. 1933, стр. 225.

² К. Маркс. Капитал. Т. I. 1919, стр. 111.

³ Ф. Энгельс. Людвиг Фейербах. 1948, стр. 41.

⁴ К. А. Тимирязев. Исторический метод в биологии. Сочинения. Т. III. 1949, стр. 596.

Климент Аркадьевич Тимирязев



А. О. Ковалевский (1840—1901) был видным русским дарвинистом, зоологом, эмбриологом. Он изучил историю развития беспозвоночных (медуз, кораллов, кольчатых червей, насекомых, моллюсков, пиявок и др.). А. О. Ковалевский исследовал впервые (1865) ланцетника — форму, промежуточную между беспозвоночными и позвоночными. Дарвин высоко ценил труды А. О. Ковалевского.

В. О. Ковалевский (1842—1883), брат А. О. Ковалевского, — дарвинист-палеонтолог, основатель эволюционной палеонтологии. В 1872 г. напечатал общезвестную работу о палеонтологической истории лошади.

И. И. Мечников (1845—1916) — дарвинист, эмбриолог, патолог. В 1862 г. он напечатал «Очерк вопроса о происхождении видов», целиком поддерживая и пропагандируя дарвиновскую теорию естественного отбора. И. И. Мечников разрабатывает фагоцитарную теорию, согласно которой у высокоорганизованных животных в крови есть фагоциты — клетки-пожиратели (лейкоциты), способные захватывать и переваривать попавшие в кровь болезнетворные бактерии. Фагоцитоз — защитная функция организма. И. И. Мечников под новым углом зрения исследует инфекционные заболевания, явления воспаления и иммунитета. Известен также своими работами по проблеме долголетия.

Одним из самых крупных дарвинистов в России был К. А. Тимирязев. Еще будучи студентом, в 1864 г. К. А. Тимирязев напечатал в «Отечественных записках» статьи, в которых излагалась сущность теории Дарвина. Впоследствии эти статьи неоднократно переиздавались отдельной книгой под названием «Ч. Дарвин и его учение», которая является одним из лучших изложений теории Дарвина. К. А. Тимирязев в течение всей своей жизни был воинствующим дарвинистом, успешно отражавшим нападки антидарвинистов на теорию естественного отбора. К. А. Тимирязев выступал за связь теоретической науки с практикой, за внедрение достижений науки в практику.

Характерна для К. А. Тимирязева его активная борьба за материализм, дарвинизм, демократизм, атеизм, против социал-дарвинистов и расистов. Реакционная профессура говорила,

что «Тимирязев на казенный счет изгоняет бога из природы».

В 1892 г. гонение на прогрессивного профессора Тимирязева достигло своего апогея — К. А. Тимирязев был исключен из Петровско-Разумовской сельскохозяйственной академии. Прогрессивная общественность в том же году выразила свой протест против исключения Тимирязева из института, избрав его председателем съезда естествоиспытателей.

В 1903 г. мировая общественность признала К. А. Тимирязева одним из лучших ученых мира, пригласив его прочесть в Лондоне «крунианскую» лекцию и наградив его премией. К. А. Тимирязев читал лекцию на тему: «Космическая роль растений».

Широко известны замечательные труды К. А. Тимирязева: «Солнце, жизнь и хлорофилл», «Жизнь растения», «Ч. Дарвин и его учение», «Исторический метод в биологии», «Земледелие и физиология растений», «Наука и демократия» и др.

История растительного и животного мира

Зарождение и развитие растительного мира тесно связаны с историей Земли. Палеоботаника изучает сохранившиеся в земной коре остатки когда-то существовавших растений и дает представление об истории растительного мира. Остатки когда-то существовавших растений могут сохраняться в земной коре очень долго в тех случаях, когда они окаменеют или оставят отпечатки в осадочных породах.

Окаменение частей растения заключается в замещении их тканей минеральными веществами, которыми могут быть пирит, кварц, углекислый кальций и др.

Осадочные породы и раньше, и теперь образуются и накапливаются на дне морей и озер. И, естественно, ранние, древние отложения осадочных пород залегают глубже, а более поздние — ближе к поверхности земной коры. Осадочные породы часто погребают занесенные и осевшие на дно листья, плоды и другие части растений. Впоследствии эти погребенные и спрессованные части растений медленно разлагаются, а в осадочной породе остаются их отпечатки (объемная форма). Так же сохранялись и остатки животных.

На Крайнем Севере, в условиях вечной мерзлоты, неоднократно находили замерзших целых мамонтов, настолько хорошо сохранившихся в течение десятков тысячелетий в замороженном состоянии, что их мясо можно было есть. В янтаре, в этой окаменевшей древесной смоле, иногда находят насекомых и растения, сохранившиеся там в течение десятков миллионов лет.

Геология всю историю земной коры делит на пять эр, каждую эру — на периоды, а каждый период — на эпохи. В последнее время появилась возможность достаточно точно определять возраст геологических отложений, а следовательно, эр, периодов и эпох. Для этого в напластованиях горных пород, соответствующих определенным эпохам, определяют соотношение стабильных и радиоактивных изотопов. Легкий уран (U^{235}), распадаясь с постоянной скоростью, образует легкий свинец (Pb^{206}), а тяжелый уран (U^{238}) — средний

свинец (Pb^{207}), тогда как радиоактивный углерод (C^{14}) образует азот и т. д. Постоянная скорость распада легкого урана известна, она равна 1426 млн. лет. Скорость распада тяжелого урана равна 9 млрд. лет, радиоактивного углерода — 11 200 годам и т. п. Таким образом, определив в породе отношение легкого урана и легкого свинца, тяжелого урана и среднего свинца, радиоактивного углерода и азота и т. п., можно определить возраст породы.

Приводим геохронологическую таблицу, кратко рисующую историю растительного мира в связи с геологическими и климатическими условиями и развитием животного мира (табл. 5).

В конце архейской эры можно предполагать появление на Земле простейших организмов, так как обнаружены следы деятельности бактерий, подобных современным железобактериям.

В протерозойской эре растительный мир был представлен бактериями и синезелеными водорослями. Растения уже эволюционировали до бактерий (примитивные клетки) и водорослей (клетки). У растений уже выработалась способность к фотосинтезу.

К кембрийский период палеозойской эры все растения обитали в море. Водоросли развились от одноклеточных до многоклеточных. Распространились красные водоросли. В конце ордовика и в силурийском периоде — развитие водорослей: зеленых, бурых, красных — растения (псилофиты) «вышли на сушу». У псилофитов выработались разнообразные специализированные ткани и органы. Одновременно с редукцией гаметофита произошло преобладание и дальнейшее развитие спорофита, который оказался способным замечательно приспособляться к условиям существования в воздушной среде. В девонском и нижней части каменноугольного периода господствовали плаунообразные, клинолистные папоротникообразные и примитивные голосеменные (семенные папоротники), достигшие особого развития в каменноугольном периоде. Значительные пространства суши были покрыты лесами. В каменноугольном периоде господствовали заболоченные леса, деревья которых, отмирая, образовали мощные пласты каменных углей. Псилофиты исчезли. В пермском периоде последовало вымирание древовидных плаунообразных; появились первые хвойные. Произошло оледенение в южном полушарии.

В течение мезозойской эры вследствие изменения рельефа (поднятие и изменение конфигурации материков) и климата сложились ксерофитные условия, стали господствовать голосеменные (саговниковые, хвойные) и вымирать папоротники и другие элементы каменноугольной флоры. Появились покрытосеменные, двудольные и затем однодольные (пальмы и др.). В юрский период мезозойской эры сильно развились беннеттиты и кейтониевые (прототипы покрытосеменных). В конце мезозойской эры (в меловой период) беннеттитовые вымерли. Покрытосеменные широко распространились (магнолии, лавры, платаны, эвкалипты, фикусы, калины, боярышники, виноград, тополи, ивы, буки, дубы, клены и др.). Этому способствовало развитие насекомых (опылителей) и птиц — распространителей плодов и семян. Голосеменные начали вымирать.

В начале третичного периода кайнозойской эры в Северном полушарии установился теплый климат и пышно развилась

ТАБЛИЦА 5

Эра	Период и эпоха	Продолжительность в млн. лет	Геологические условия и климат	Органические формы
Архей	Архей	3600—1600	Интенсивная вулканическая деятельность. Очень жарко. Крупное горообразование	Ископаемые остатки отсутствуют. Косвенные указания на появление простейших организмов, бактерий, возможно, синезеленых водорослей
Протерозой	Протерозой	1600—600	Вулканическая деятельность. Образование осадочных пород. Многократные оледенения	Бактерии. Синезеленые водоросли. Простейшие животные. Живые формы разделились на растительные и животные (радиолярии, губки, медузы, членистоногие и др.).
<i>Крупное горообразование</i>				
Палеозой (древняя)	Кембрий	600—500	Материки начали погружаться в воду. Климат умеренный	Морские красные водоросли. Простейшие плеченогие, трилобиты
	Ордовик	500—425	Максимальное погружение материков в воду. Климат теплый (и в Арктике)	Обилие морских водорослей: зеленых, красных, бурых. Появление наземных растений. Первые рыбы. Кораллы. Трилобиты. Моллюски. Ракообразные
	Силур	425—405	Подъем суши. Климат засушливый, прохладный	Первые наземные растения (псилофиты). Господство водорослей. Появление грибов. Господство морских паукообразных
	Девон	405—345	Подъем суши. Оледенение	Первые леса из плаунообразных, членистых папоротников (в том числе семенных). Первые маломощные отложения угольных пластов. Появление насекомых и земноводных

Продолжение

Эра	Период и эпоха	Продолжительность в млн. лет	Геологические условия и климат	Органические формы
	Карбон, или каменноугольный	345—280	Теплый и влажный климат	Плаунообразные папоротникообразные, семенные папоротники образуют леса. Образование мощных пластов каменных углей. Исчезновение псилофитов. Появление кордаитов и гинкговых из голосеменных. Появление мохообразных. Древние акулы. Крупные земноводные. Первые пресмыкающиеся
	Пермь	280—230	Подъем суши и усиление засушливости. Оледенение в южном полушарии	Вымирание плаунообразных. Появление и развитие хвойных. Звероподобные пресмыкающиеся
<i>Горообразование</i>				
Мезозой (средняя) — время пресмыкающихся	Триас	230—181	Материки высоко подняты над уровнем моря. Засушливый климат	Вымирание древних папоротникообразных. Начало господства голосеменных — хвойных и др. Наземные пресмыкающиеся. Первые яйцекладущие млекопитающие
	Юра	181—135 *	То же	Расцвет саговниковых и др. голосеменных, в том числе беннеттитовых и кейтониевых. Вымирание семенных папоротников. Появление покрытосеменных (двудольных). Первые зубатые птицы (археоптерикс). Гигантские пресмыкающиеся
	Мел	135—63	Отложения мела и глинистых сланцев. Влажный климат	Развитие хвойных. Вымирание беннеттитовых. Массовое распространение покрытосемен-

Продолжение

Эра	Период и эпоха	Продолжительность в млн. лет	Геологические условия и климат	Органические формы
				ных. Первые од- нодольные. Вы- мирание многих голосеменных. Первые птицы
<i>Горообразование</i>				
Кайнозой (новая) — время млеко- питаю- щих	Третич- ный. Олигоцен	63—36	Материи низ- менные. Кли- мат теплый	Пышное развитие флоры покрыто- семенных и лес- ной раститель- ности в север- ном полушарии, в основном уме- ренного типа, к югу — тропиче- ского. Расцвет фауны млекопи- тающих
	Миоцен	36—25	Горообразова- ние. Вулка- ническая ак- тивность на западе Север- ной Америки. Климат про- хладный	Расцвет млекопи- тающих. Первые человекообраз- ные обезьяны
	Плиоцен	25—13	Вулканиче- ская актив- ность. Горо- образова- ние, дальней- шее похоло- дание	Упадок, обеднение лесной третич- ной флоры. Рас- пространение в центре материи лесостепей, степей и лугов. Первый человек
	Четвер- тичный. Плейсто- цен	13—1	Четыре ледни- ковых перио- да	Вымирание мно- гих видов расте- ний и млекопи- тающих. Зарож- дение человече- ского общества
	Совре- менная эпоха	1—0,011	Конец послед- него леднико- вого периода. Климат теп- лый	Упадок древесных форм в север- ном полушарии. Расцвет травя- нистых. Эпоха человека

теплолюбивая флора и лесная растительность. Одновременно с расцветом покрытосеменных в растительном мире устанавливалось господство млекопитающих в животном мире. В условиях теплого умеренного климата (Европа, Азиатская часть СССР) распространились магнолии, платаны, березы, ольха, лещина, бук, тополи, ивы, грецкий орех, клены, виноград и др. К северу преобладали хвойные, к югу — каштаново-букковые леса. В условиях тропиков распространились фикусы, хлебное дерево, лавровые и гвоздичные деревья и др. В кон-

це третичного периода в северном полушарии началось значительное похолодание. В плиоцене леса из теплолюбивых видов постепенно сменились листопадными.

В четвертичном периоде происходили периодические оледенения в Северном полушарии и в области Южного полюса. Богатейшая третичная флора и растительность была вытеснена и уничтожена ледниками. Возникли холодоустойчивые травы, кустарники и деревья (хвойные и лиственные). После отступления ледников на север появились территории с засушливым климатом, на которых лесная растительность сменилась степной, полупустынной и пустынной (злаки, сложноцветные, луковичные лилейные и др.). В конце четвертичного периода все более мощным фактором природы выступает человек с его бессознательным и сознательным воздействием на растительный мир.

Одновременно с человеком по земному шару распространяется и культурная растительность.

Основы генетики



Генетикой называется биологическая наука, изучающая наследственность и изменчивость организмов. Становление генетики как самостоятельной науки относится к началу XX столетия.

Формированию генетики предшествовали и способствовали в XIX столетии развитие растениеводства и животноводства, особенно селекции животных и растений, труды Чарлза Дарвина о происхождении видов и об изменчивости домашних животных и растений, открытие в 80—90-х годах кариокинеза, редукционного деления и оплодотворения у растений, открытие закона о постоянстве числа хромосом для каждого вида и, наконец, вторичное открытие в 1900 г. де Фризом (в Голландии), Корренсом (в Германии) и Чермаком (в Австрии) законов наследования признаков у растительных гибридов, впервые открытых и опубликованных уже в 1866 г. Менделем, являющимся основоположником науки о законах наследственности.

Позже генетика существовала уже как самостоятельная дисциплина. Были открыты наследственные скачкообразные изменения организмов — мутации, разработана хромосомная теория наследственности. В 20-е годы была установлена способность рентгеновых лучей вызывать мутации. В 40-е годы было доказано, что материальными носителями наследственности, или наследственной информации, являются молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), в 1953 г. были выяснены структура молекулы ДНК и механизм синтеза белковой молекулы, т. е. передачи этой информации.

Для последних десятилетий развития генетики характерно сотрудничество генетиков, цитологов, биохимиков, биофизиков, микробиологов и иммунологов.

Развивающаяся на базе диалектического материализма генетика на практике доказывает правильность лежащих в ее основе воззрений, выходит победительницей из идеологической борьбы с идеализмом.

Мы ниже увидим, как разнообразно практическое приложение генетики, как много она приносит пользы для народного хозяйства. Сейчас приведем лишь один пример.

Широко известны такие антибиотики, как пенициллин, применяемый при лечении заражения крови, гонореи, пневмонии, сифилиса и др., стрептомицин, используемый при лечении туберкулеза, туляремии, бруцеллеза, и другие антибиотики. Пенициллин вырабатывается сумчатыми грибами (*Penicillium chrysogenum*, *P. notatum* и др.), а стрептомицин — лучистыми грибами (*Actinomyces griseus*). Советские генетики в 1946—1960 гг. посредством воздействия на грибы ультрафиолетовыми и рентгеновыми лучами, а также этиленмином получили мутации этих грибов, которые давали антибиотиков в 25 раз больше, чем исходные формы. Это позволило удовлетворить большой спрос на антибиотики и снизить их стоимость в 25 раз. А плесневый гриб, вырабатывающий пенициллин, в настоящее время обладает продуктивностью в несколько сот раз большей, чем исходный гриб, с которого начинали работу генетики-селекционеры.

Наследственность

Наследственность — свойство организмов передавать свои признаки потомкам. Признаки организмов различны в разных возрастах, значит при наследственной передаче признаков передаются не готовые признаки, а способность развиваться в определенном направлении. Следовательно, точнее определить наследственность можно как свойство организмов передавать своим потомкам способность развиваться по определенному плану или способность вырабатывать определенные признаки в определенных стадиях своего развития и в определенных условиях среды. Все будущее развитие организма запрограммировано наследственностью, которая, однако, может по-разному реализоваться в различных условиях среды.

Скрещивание

Скрещиванием, или гибридизацией, называется половое размножение организмов, отличающихся своими признаками. Под признаком понимается определенное качество, определенное свойство организма, отличающее его от другого организма.

Разумеется, каждый признак обусловлен сложными биохимическими и физиологическими процессами, протекающими в организме.

Условно признаки делят на качественные и количественные. Для примера назовем такие качественные признаки, как окраска цветка, форма плода, болезнеустойчивость, и такие количественные признаки, как рост, количество выработанных в клетках организма сахара, алкалоида, антибиотика и т. п.

Для гибридизации подбираются в качестве родительских исходных форм растения, отличающиеся определенными положительными, ценными признаками, которые, передавшись по наследству и объединившись в потомках, повысят практическую ценность последних. Например, подбирается родительская пара растений, одно из которых отличается своей урожайностью, а другое — своей морозоустойчивостью, и получается потомок, совмещающий в себе и урожайность, и морозоустойчивость.

С целью изучения у растений передачи при половом процессе признаков родителей их потомкам, получения новых практически ценных гибридов уже давно производились многочисленные и разнообразные скрещивания растений. Так, в Англии еще в 1678 г. Бобарт провел опыты по скрещиванию двудомного растения из семейства гвоздичных; в 1717 г. Ферчайльдом были получены искусственные гибриды гвоздики.

В 1760 г. Кельрейтер (1733—1806), работая в Ботаническом саду Академии наук в Петербурге, производил скрещивание видов табака между собой и скрещивание многих других растений.

Затем были опубликованы труды Гертнера, Шпренгеля, Дарвина и других исследователей, выяснявших процессы опыления и оплодотворения у растений. Однако открытие основных законов наследования признаков у растений выпало на долю Менделя.

Большинство современных лучших сортов сельскохозяйственных растений получено путем гибридизации.

В генетике приняты следующие условные обозначения. Скрещивание обозначается знаком умножения — $\times$. Особь женского пола обозначается знаком φ (зеркало Венеры), а особь мужского пола — знаком δ (щит и копье Марса). Родительские особи обозначаются латинской буквой P (от английского слова «парентс» — родители). Их потомки, гибриды первого поколения, обозначаются латинской буквой F_1 (от латинского слова «филия» — дети). От скрещивания гибридов первого поколения между собой получаются потомки — гибриды второго поколения, которые обозначаются латинской буквой F_2 ; третье поколение — F_3 и т. д.

Внутривидовая и отдаленная гибридизация

Различают внутривидовую и отдаленную гибридизацию. При внутривидовой гибридизации скрещиваются растения, принадлежащие к одному и тому же виду. При отдаленной гибридизации скрещиваются растения, принадлежащие к разным видам одного рода (межвидовая гибридизация) или разных родов (межродовая гибридизация).

Инбридинг и аутбридинг

Внутривидовая гибридизация в свою очередь делится на родственную, или инбридинг, или инцухт, и неродственную, или аутбридинг. Примером родственной гибридизации может быть названо скрещивание особей, находящихся в близком родстве (сестра $\times$ брат или дочь $\times$ отец, или мать $\times$ сын, или двоюродные сестра и брат и т. п.). Пример неродственной гибридизации — это скрещивание особей, происходящих от различных генетических популяций, из различных экологических условий.

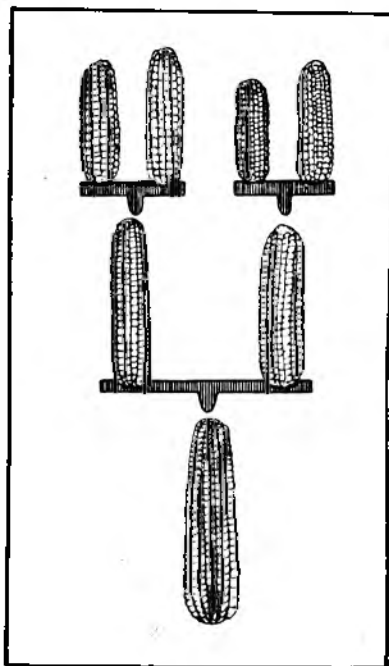
При родственном скрещивании в потомстве часто отмечается явление вырождения — снижение жизнеспособности, плодовитости и т. п. (например, у кукурузы, ржи; у кур, свиней). Подобные же явления наблюдаются и у человека. Это было давно замечено, и с древних времен у народов существуют законы, запрещающие браки близких родственников.

Однако известны примеры, когда родственное скрещивание не вызывает вырождения. Так, самоопыляющиеся растения — фасоль, горох, пшеница, ячмень и др. — безболезненно переносят самоопыление.

При неродственном скрещивании обычно в потомстве наблюдается повышение жизнеспособности, плодовитости, устойчивости к заболеваниям и т. п., что называется гетерозисом. Примером гетерозиса, приводящего к значительному повышению урожайности, является двойной межлинейный гибрид кукурузы (рис. 342). Сначала путем родственного скрещивания (инбридинга) получают так называемые инбредные линии у разных сортов кукурузы, затем между ними производят скрещивание и, наконец, полученные гетерозисные гибриды скрещивают между собой. Такой двойной линейный гибрид кукурузы дает повышение урожайности сравнительно с обычными негибридными исходными сортами на

342. Гетерозис у кукурузы.

Вверху початки четырех самоопыленных рас (линий) кукурузы. В середине — початки их (линейных) гибридов. Внизу — початок двойного линейного гибрида, полученного от скрещивания линейных гибридов (величина початка на рисунке пропорциональна урожайности растения).



343. Ветка тополя в банке с водой. Цветет.



20—30%. Двойные линейные гибриды кукурузы стали быстро распространяться в СССР, ими засеваются поля в США и других странах.

Для скрещивания всегда берут растения с постоянным, константным признаком, т. е. растения, постоянно проявлявшие в ряду поколений один и тот же признак. Например, горох, при самоопылении (или у растений, несамоопыляющихся, при близкородственном скрещивании) в ряду поколений имевший только белые или только пурпурные цветки.

Если материнское растение имеет обоеполые цветки, то предварительно, до созревания тычинок, во избежание самоопыления необходимо удалить из бутона все пыльники (обычно острым пинцетом). Эта операция называется кастрацией. После нее на кастрированные цветки надевают изоляторы, т. е. мешочки из марли или прозрачной бумаги. Эти изоляторы оставляются потом на цветках в течение всего времени цветения, опыления и начала созревания плода.

Когда наступает время цветения кастрированных цветков (о чем можно судить по цветению других, некастрированных, того же возраста), берут пыльцу, снимают с кастрированного цветка изолятор и наносят пыльцу на рыльца пестика, после чего вновь надевают изолятор.

Если растение имеет однополые цветки и однодомные, то, разумеется, никакой кастрации женских цветков не надо производить, но изолировать их надо, так как неизвестная пыльца может быть принесена ветром или насекомыми и опередить производимое искусственное опыление.

Если же растение двудомное, то также необходима изоляция женских цветков, но в этом случае она может быть произведена путем заблаговременной посадки в вазон женского растения и содержания его во время цветения в изолированном помещении. Скрещивание, например, тополей (тополь

Техника скрещиваний

Грегор Мендель



двудомен) может производиться не на деревьях, а на крупных ветвях, срезанных еще до распускания цветков и поставленных в сосуды с водой в оранжерее (рис. 343).

Моногибридное скрещивание

Моногибридным называется такое скрещивание, при котором родительские особи отличаются друг от друга по одной паре признаков. Например, скрещивание двух растений гороха, из которых одно имеет белые цветки, а другое — пурпурные.

Грегор Мендель

Первым открыл законы наследования отдельных пар признаков чешский ученый Мендель.

Иоган Грегор Мендель (1822—1884) родился в местечке Гейнцендорф (чешская Моравия) в бедной крестьянской семье. Он унаследовал от отца любовь к природе, к садоводству. Обучаясь в начальной школе, гимназии и, наконец, в философской школе, Мендель проявлял незаурядные способности.

Отсутствие средств к существованию заставило Менделя постричься в монахи в г. Брюнне (ныне Брно). Живя в монастыре в 1851—1853 гг., Мендель продолжал свое образование в Венском университете, увлекаясь естествознанием и математикой. Одновременно он преподавал в реальном училище в Брюнне естествознание и физику.

В 1856—1872 гг. Мендель занимается скрещиванием растений и открывает основные закономерности в наследственности (доминирование, расщепление, дискретная наследственность). В 1866 г. в записках Брюннского общества естествоиспытателей Мендель опубликовал первые результаты своих опытов в статье «Опыты над растительными гибридами», долгое время остававшиеся неизвестными широкому кругу ученых.

В одном из своих опытов Мендель скрещивал два сорта гороха, различавшихся окраской венчика, — пурпурной и белой. В качестве материнского растения был взят горох с пурпурными цветками. Пыльцой, собранной из пыльников гороха, имевшего белые цветки, были опылены пурпурные цветки другого гороха. В естественных условиях горох — самоопыляющееся растение. Полученные семена являлись гибридными.

**Закон
единообразия
гибридов
первого
поколения**

ми и после посева на следующий год дали первое гибридное поколение (F_1).

Все цветки на всех растениях гороха первого поколения имели пурпурную окраску. Такое проявление только одного признака, пурпурной окраски, и непроявление второго, белой окраски, Мендель назвал явлением доминирования, проявляющийся признак — доминирующим и непроявляющийся — рецессивным. Впоследствии это явление генетики назвали законом единообразия гибридов первого поколения.

Все растения первого поколения (F_1) самоопылялись и полученные от самоопыления семена были высеяны на следующий год. Это было уже второе гибридное поколение (F_2).

**Закон
расщепления
признаков
во втором
поколении**

Окраска цветков у растений второго поколения была разная — одни растения имели пурпурные цветки, другие — белые. Такое проявление в потомстве обоих признаков, и доминантного и рецессивного, называется расщеплением признаков. Следовательно, рецессивный признак (белая окраска цветков) в F_1 не исчез, он присутствовал в скрытом состоянии и потому проявился в F_2 , но он был подавлен доминирующим признаком (пурпурной окраской цветков) в F_1 и потому не проявился.

**Генотип
и фенотип**

Совокупность признаков и свойств, характерных для организма, составляющих его наследственность, называется генотипом организма. Совокупность же признаков и свойств организма (внешность организма), проявившихся в данных условиях внешней среды, называется фенотипом организма. Другими словами, фенотип — реализация генотипа в определенных условиях внешней среды.

Мендель обнаружил, что в F_2 число растений с пурпурными цветками в 3 раза больше числа растений с белыми цветками, т. е. расщепление признаков окраски произошло в отношении 3 : 1, где растений с доминантным признаком в 3 раза больше, чем с рецессивным.

Для объяснения рассмотренного выше явления единообразия и расщепления признаков в последующих поколениях Мендель предположил, что в материнской гамете имеется наследственный задаток (фактор) пурпурной окраски цветка, а в отцовской гамете — белой окраски цветка, что эти задатки при оплодотворении объединяются в зиготе (но не сливаются нераздельно) и что задаток пурпурной окраски цветка доминирует над задатком белой окраски. Впоследствии, когда в растениях F_1 формируются гаметы, задатки пурпурной и белой окраски расходятся независимо друг от друга, свободно, по разным гаметам и потому получается 50% гамет с задатком пурпурной окраски и 50% гамет с задатком белой окраски.

Обозначая наследственные задатки или факторы буквами, причем большой буквой — задаток доминирующего признака, а малой — рецессивного, получим схему (рис. 344) расхождения задатков по гаметам и формирования зигот при оплодотворении. Приводимая ниже схема распределения задатков, впоследствии названных генами, и образования зигот гибридов предложена Пеннетом и называется решеткой Пеннета.

**Гомозиготы
и гетерозиготы**

Зиготы (и организмы), имеющие оба одинаковых гена (AA и aa), называются гомозиготами. Зиготы (и организмы), имеющие два неодинаковых гена (Aa), называются гетерозиготами.

344. Решетка Пеннета.

спер мии	A	a
яйце- млетки	AA	Aa
	Aa	aa

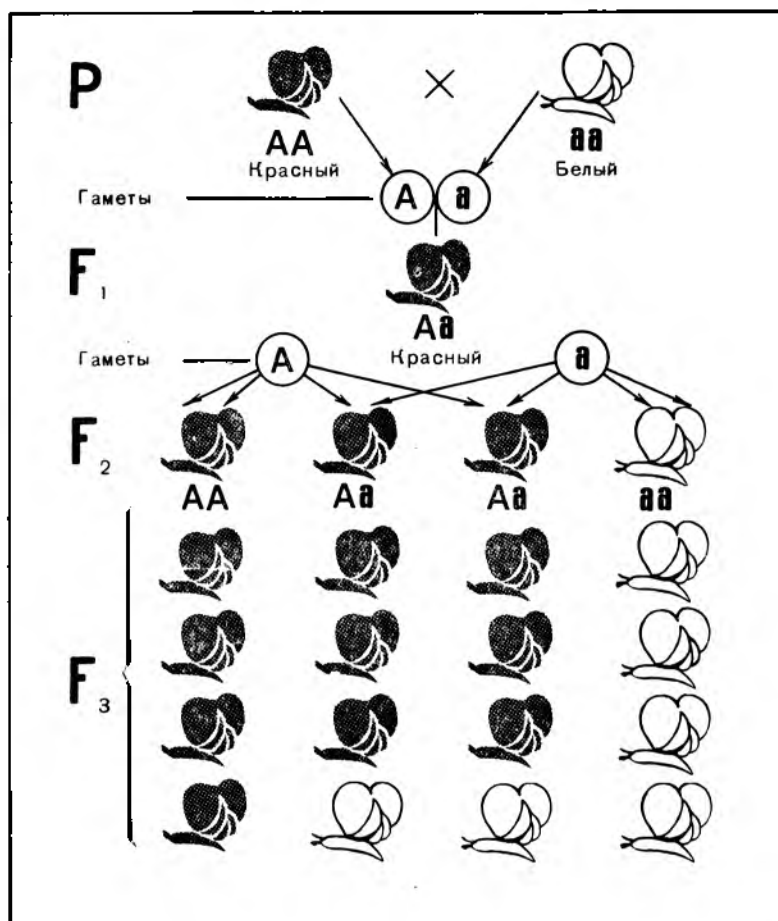
Из приведенной схемы видно, что равные количества мужских и женских гамет, свободно соединяясь при оплодотворении, действительно по фенотипу дадут в F_2 потомство, состоящее на $\frac{3}{4}$ из растений с доминирующим признаком (AA, Aa и Aa) и на $\frac{1}{4}$ из растений только с рецессивным признаком (aa).

В третьем поколении (F_3) горох, самоопыляясь, давал такие потомства: все растения с белыми цветками ($\frac{1}{4}$ от общего количества растений F_2) давали растения, цветущие только белыми цветками, $\frac{1}{3}$ растений с пурпурными цветками (тоже $\frac{1}{4}$ от общего количества растений F_2) давала растения, цветущие только пурпурными цветками, и остальные $\frac{2}{3}$ растений с пурпурными цветками ($\frac{1}{2}$ от общего количества растений F_2) давали опять расщепление 3 : 1. Сказанное можно представить образно на схеме (рис. 345).

На рис. 345 видно, как могут не совпадать генотип и фенотип. Так, гибриды первого поколения по фенотипу были все одинаковыми — с пурпурными цветками, однако по генотипу все растения имели и задаток (ген) белой окраски цветка и их генотипическая формула была Aa, они были гетерозиготными. Это и подтвердилось во втором поколении, когда среди растений с пурпурными цветками появились растения с белыми цветками, т. е. когда наблюдалось явление расщепления признаков.

Из представленной выше решетки Пеннета следует, что состав второго поколения по генотипу будет: 1AA : 2Aa : 1aa. По фенотипу, как уже сказано выше, это будут: растения с пурпурной окраской цветка ($\frac{3}{4}$ от общего количества растений, все гомозиготные AA и все гетерозиготные Aa) и растения с белой окраской цветка ($\frac{1}{4}$ от общего количества растений, все гомозиготные aa). По генотипу это будут: растения, дающие при самоопылении впоследствии только растения с пурпурными цветками ($\frac{1}{4}$ от общего количества растений,

345. Моногибридное скрещивание.



все гомозиготные AA), растения, дающие в F_3 расщепление ($1/2$ от общего количества растений, все гетерозиготные Aa), и растения, дающие впоследствии растения с белыми цветками ($1/4$ от общего количества растений, все гомозиготные aa). Придерживаясь тех же приемов и рассуждений, легко определить состав последующих поколений.

Так же наследуются и так же проявляются в каждом потомстве и некоторые другие пары контрастных, так называемых альтернативных признаков. Например, в опытах Менделя у гороха — гладкая и морщинистая поверхность семян, зеленая и желтая окраска семян и другие признаки.

Указанную парность альтернативных признаков принято называть аллелизмом, а такие признаки — аллеломорфными.

Итак, Менделем было открыто, что отдельные признаки организмов наследуются самостоятельно и не исчезают, не сливаются при гибридизации, а сохраняются.

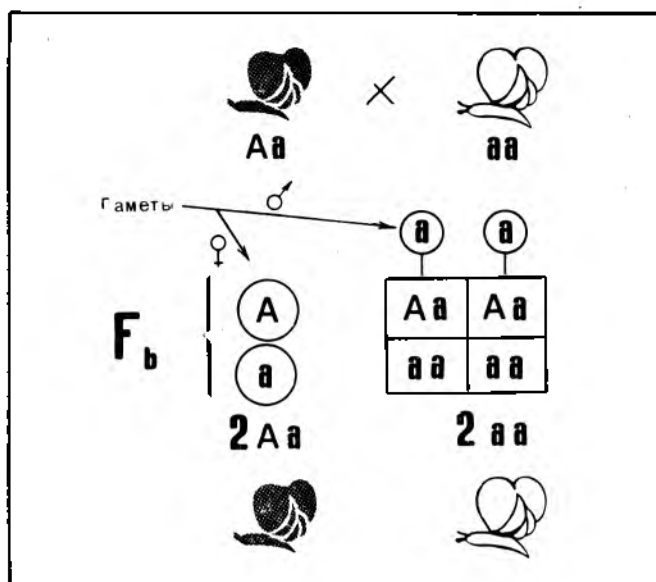
Два скрещивания, в которых материнский и отцовский организмы меняются местами, называются реципрокными. Например, скрещивание: $P_1 \times P_2$ и скрещивание $P_2 \times P_1$.

Скрещивание гибрида (F_1) с одной из родительских форм (AA или aa) называется возвратным скрещиванием, или беккросом. Пользуясь генетическими обозначениями, возвратное скрещивание можно обозначить так:

Амеломорфные
признаки

Возвратное
и анализирующее
скрещивание

346. Беккрос. Анализирующее скрещивание.



$Aa \times AA$ или $Aa \times aa$. Особенно ценным в генетике является второе скрещивание, гибрида (Aa) с родительской формой, гомозиготной по рецессивному гену (aa), так как посредством этого скрещивания можно обнаружить гомозиготность или гетерозиготность первого организма. Если в потомстве от такого беккреса будет равное количество организмов с признаками доминирующим (A) и рецессивным (a), значит родительская форма (Aa) гетерозиготна. Если бы родительская форма была гомозиготной (AA), то все потомство было бы с доминирующим признаком. Таким образом, этот беккрос анализирует, определяет родительскую форму и потому такое скрещивание называют анализирующим скрещиванием (рис. 346).

Неполное доминирование

Часто в F_1 не наблюдается явление доминирования одного из альтернативных признаков, а гибриды F_1 все имеют промежуточный признак; например, у растения львиного зева — *Antirrhinum majus* — после скрещивания форм, цветущих красными и белыми цветками, в F_1 все цветут розовыми цветками. Это явление получило название неполного доминирования (рис. 347).

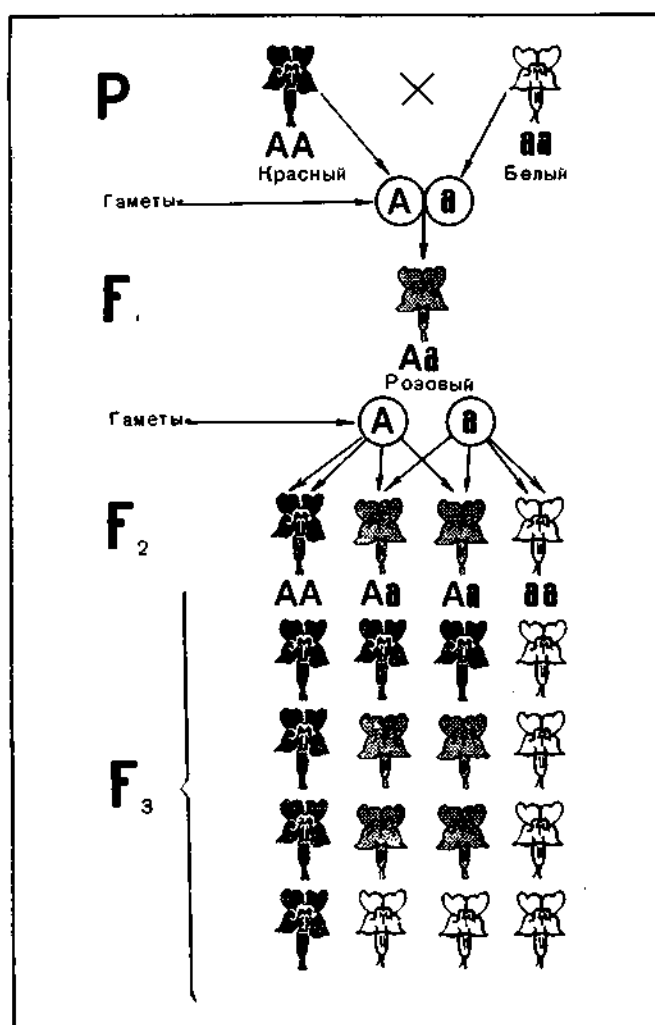
Великий русский ботаник К. А. Тимирязев в начале текущего столетия писал, что «доминантность и рецессивность не постоянные свойства, а могут взаимно превращаться»¹.

И. В. Мичурин в своих экспериментах показал, что явлением доминирования можно управлять, что путем изменения условий развития гибрида можно изменять доминирование. На основании своего богатого опыта И. В. Мичурин утверждал, что гибрид «может не один, а несколько раз, также в зависимости от различных внешних влияний, уклоняться в своем строении в ту или другую сторону из растений-происводителей»².

■ ¹ К. А. Тимирязев. Исторический метод в биологии. ОГИЗ — Сельхозгиз, М., 1949, стр. 551.

² И. В. Мичурин. Принципы и методы работы. Сочинения. Т. 1. М., 1948, стр. 299.

347. Моногибридное скрещивание. Неполное доминирование.

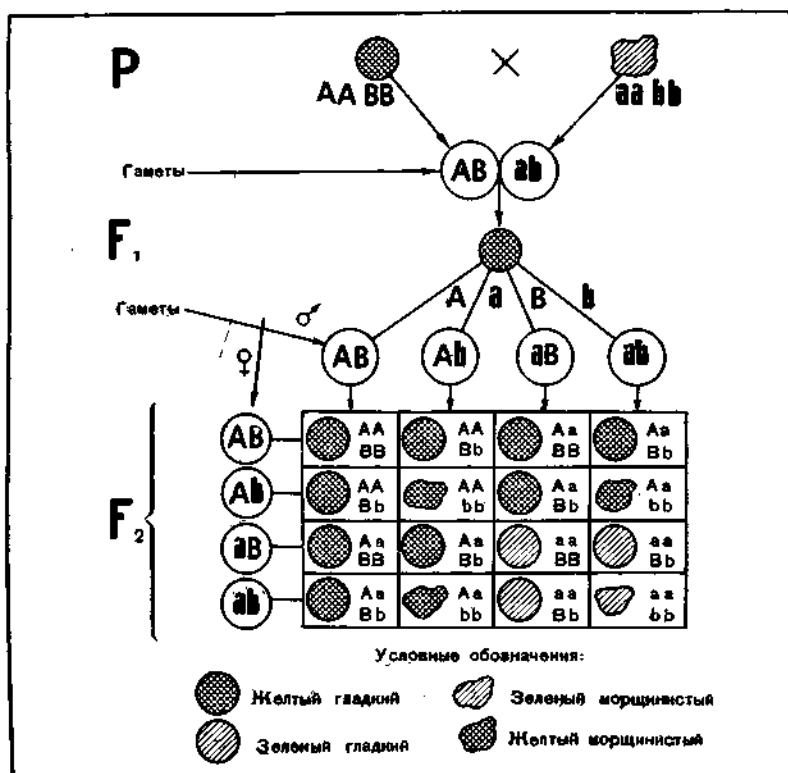


Дигибридное скрещивание

Дигибридным называется такое скрещивание, при котором наблюдение ведется за наследованием двух пар альтернативных признаков. Например, Менделем было произведено скрещивание двух сортов гороха, один из которых отличался гладкой поверхностью семян и желтой их окраской, а другой — морщинистой поверхностью семян и зеленой их окраской. Первый сорт был взят как материнское растение, а второй — как отцовское. В F₁ все растения гороха имели гладкие и желтые семена. Следовательно, эти признаки — гладкая поверхность и желтая окраска — были доминирующими, а другие альтернативные признаки — морщинистая поверхность и зеленая окраска — были рецессивными.

Если ген, определяющий доминирующий признак гладкости семян, обозначим буквой В, ген, определяющий рецессивный признак морщинистости семян, буквой в, ген, определяющий доминирующую желтую окраску семян, буквой А, а ген зеленой окраски — буквой а, то генотипы взятых для

348. Дигибридное скрещивание.



Единообразие
первого
поколения

Расщепление
во втором
поколении
по фенотипу

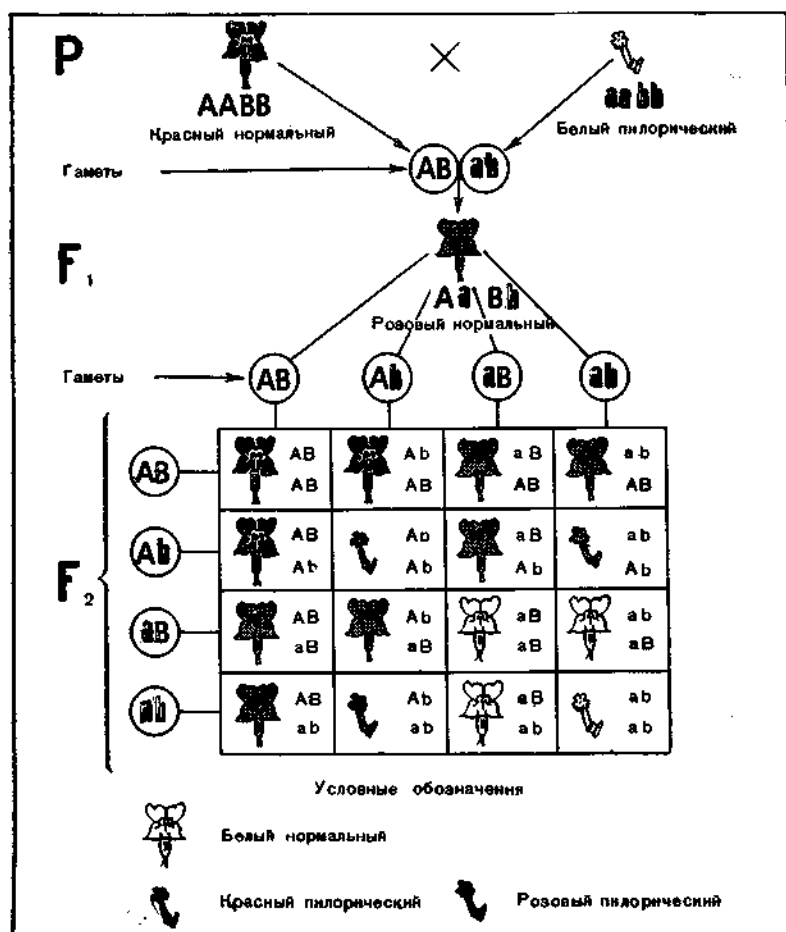
скрещивания растений обозначаются так: $AABB$ — для материнского растения и $aabb$ — для отцовского. Гаметы, формирующиеся в материнском и отцовском растениях, будут AB и ab .

Генотип F_1 будет $AaBb$, т. е. растения F_1 будут гетерозиготными и единообразными по фенотипу. Чтобы удостовериться, что все растения F_1 гетерозиготны, Мендель производил обратное, анализирующее скрещивание и получал полное подтверждение.

Если всем растениям F_1 предоставить свободно самоопыляться, то будут формироваться гаметы со всевозможным сочетанием генов и при оплодотворении получатся растения со всевозможными генотипами. Пользуясь решеткой Пеннета и рассуждая так же, как и в случае моногибридного скрещивания, выясним все возможные генотипы и фенотипы в F_2 .

Из решетки Пеннета (рис. 348) следует, что в F_2 по фенотипу будет четыре формы: 1) $9/16$ растений от общего их количества будут с желтыми гладкими семенами ($AABB$, $AABb$, $AaBB$ и $AaBb$); 2) $3/16$ — с желтыми морщинистыми ($AAbb$ и $Aabb$); 3) $3/16$ — с зелеными гладкими ($aaBB$ и $aabb$); 4) $1/16$ — с зелеными морщинистыми ($aabb$), т. е. по фенотипу потомство в F_2 расщепится в отношении $9 : 3 : 3 : 1$. У Менделя так и вышло: из 556 семян, полученных от F_1 , 315 были желтые гладкие, 101 — желтое морщинистое, 108 — зеленые гладкие и 32 — зеленые морщинистые, т. е., приблизительно $9 : 3 : 3 : 1$. Единичные, на практике, отклонения от теоретически ожидаемых чисел вполне естественны. Чем больше число полученных семян, тем ближе эти отношения будут к теоретически ожидаемым.

349. Дигибридное скрещивание. Неполное доминирование.



**Расщепление
во втором
поколении
по генотипу**

По генотипу, как следует из решетки Пеннета, в F_2 получится девять форм: 1) $\frac{1}{16}$ — $AABB$; 2) $\frac{2}{16}$ — $AABb$; 3) $\frac{2}{16}$ — $AaBB$; 4) $\frac{4}{16}$ — $AaBb$; 5) $\frac{1}{16}$ — $AAbb$; 6) $\frac{2}{16}$ — $Aabb$; 7) $\frac{1}{16}$ — $aaBB$; 8) $\frac{2}{16}$ — $aaBb$; 9) $\frac{1}{16}$ — $aabb$.

Из разобранных дигибридного скрещивания следует, что каждая пара альтернативных признаков при расщеплении ведет себя точно так же, как в моногибридном скрещивании, т. е. независимо от другой пары альтернативных признаков.

В тех случаях дигибридного скрещивания, когда в F_1 наблюдается неполное доминирование, образование гамет в F_1 и получающийся состав второго поколения легко представить себе, пользуясь знакомой уже нам решеткой Пеннета (рис. 349).

Скрещивание, при котором учитывается поведение трех пар альтернативных признаков, называется тригибридным, поведение многих признаков — полигибридным.

**Взаимное
влияние генов**

Наследственные зачатки, или гены, в процессе развития признаков организма могут проявлять взаимные влияния и изменять развитие того или иного признака. Кроме этого, один и тот же ген может влиять на развитие не только одного какого-нибудь признака, но и другого или целого ряда признаков. Все эти и другие случаи сложного

переплетения влияний генов в генетике достаточно хорошо изучены и доказаны.

Каждый признак организма развивается под влиянием не только гена или генов, но и условий внешней среды. К условиям внешней среды относятся: температура, свет, влажность, химический состав и физические свойства почвы и др.

Таким образом, становится совершенно ясным, что наследственные признаки организмов развиваются и проявляются под воздействием наследственных зачатков, или генов, с одной стороны, и условий внешней среды — с другой.

Многочисленные эксперименты генетиков показали, что установленные закономерности расщепления аллельных пар генов, как и другие генетические закономерности, являются общими для микроорганизмов, растений, животных и человека.

Отдаленные скрещивания

До сих пор мы рассматривали внутривидовую гибридизацию. Отдаленная гибридизация также разработана в генетике и посредством нее получены ценные новые гибриды. Особенно много сделано в области отдаленной гибридизации И. В. Мичуриным. И. В. Мичурин в СССР и Бербанк в США посредством отдаленной гибридизации вывели новые ценные сорта плодовых, ягодных и овощных растений. И. В. Мичурин разработал методику отдаленной гибридизации.

Отдаленное скрещивание осуществляется не так легко, как скрещивание внутривидовое. На пути отдаленных скрещиваний встают такие препятствия, как нескрещиваемость видов и бесплодие (полное или частичное) получившихся отдаленных гибридов. Нескрещиваемость видов объясняется главным образом физиологической несовместимостью гамет двух взятых для скрещивания видов. Бесплодие отдаленного гибрида объясняется расстройством мейоза вследствие отсутствия гомологических хромосом.

Для преодоления нескрещиваемости И. В. Мичурин разработал следующие методы: предварительное вегетативное сближение, посредник, опыление смесью пыльников.

Метод предварительного вегетативного сближения заключается в предварительной (за 5—6 лет до отдаленного скрещивания) прививке друг к другу взятых для скрещивания видов. В результате взаимного влияния привитых видов они впоследствии скрещиваются. Например, И. В. Мичурин преодолел нескрещиваемость груши и рябины, привив черенок рябины в крону грушевого дерева. Привой рябины вырос, превратился в ветку, питаемую доставляемыми грушей питательными веществами, зацвел и скрещивание между рябиной и грушей совершилось.

Метод посредника состоит в том, что один из нескрещивающихся видов скрещивается с третьим видом и полученный гибрид, называемый посредником, скрещивается с другим, ранее нескрещивавшимся, видом. Например, И. В. Мичурин встретился с нескрещиваемостью культурного персика — *Amygdalus persica* и миндаля — *A. nana*. Тогда был взят дикий персик — *Prunus Davidiana*, произведено скрещивание с ним миндаля и полученный гибрид-посредник скрестился с культурным персиком. Таким образом удалось

Иван Владимирович Мичурин



преодолеть нескрещиваемость культурного персика с миндалем; правда, в наследственности полученного тройного гибрида присутствует, кроме двух наследственностей избранных родителей, еще наследственность дикого персика.

Метод опыления смесью пыльцы заключается в том, что при скрещивании на рыльце пестика материнского растения наносится смесь пыльцы, собранной с нескольких отцовских растений, принадлежащих к разным разновидностям или видам. Иногда к отцовской пыльце примешивается пыльца матери. Протекающие после опыления взаимодействия пыльцы и рыльца, а также гамет, в случае смеси пыльцы, оказываются очень сложными и противоречивыми и в результате иногда получается оплодотворение, т. е. удается преодолеть нескрещиваемость.

Условия внешней среды, в которых происходит цветение и опыление, имеют большое значение для преодоления нескрещиваемости. Нам удалось преодолеть нескрещиваемость разных видов тополей путем содержания материнского растения (крупные ветки в сосудах с водой) в тяжелых для их жизни, крайних условиях существования (темнота и холод). При скрещивании разных видов тополей — *Populus pyramidalis* × *P. lasiocarpa* в нормальных условиях, в оранжерее (свет, тепло) скрещивание не удалось, не получалось ни одного гибридного семени. При таком же скрещивании того же материнского тополя, но выдержанного в течение 10 дней в крайних для его жизни условиях (темнота и 7°), скрещивание удалось.

Бесплодные отдаленных гибридов также удалось преодолеть посредством полиплоидии.

Советский генетик Н. В. Цицин путем отдаленной гибридизации озимых пшениц с видами пырея вывел многолетние формы и ценные однолетние озимые сорта пшеницы. Работа продолжается, и в ней ставится цель совместить в отдаленном гибриде ценные качества зерна озимой пшеницы и болезнеустойчивость, морозостойкость, засухоустойчивость и многолетность пырея.

Лютеру Бербанку (1849—1926), работавшему в Калифорнии, удалось получить такие отдаленные гибриды, как

гибрид между сливой и абрикосом, гибрид между малиной и ежевикой. Путем отдаленной гибридизации Бербанк получил бескосточковую сливу.

Известны отдаленные гибриды и в животноводстве. Например, гибрид лошади и осла — мул, являющийся более сильным и выносливым, чем его родители. Мулы почти полностью бесплодны (стерильны).

Материальные основы наследственности

Гены и хромосомы Сопоставляя поведение хромосом в мейозе при образовании гамет и при оплодотворении и поведение наследственных задатков, или генов, во втором поколении, т. е. при расщеплении, мы убеждаемся, что в их поведении наблюдается полный параллелизм. Как при мейозе расходятся парные, гомологичные хромосомы в разные гаметы, так и при расщеплении признаков расходятся аллельные гены в разные гаметы. Как при оплодотворении объединяются гомологичные хромосомы разных гамет, так и гены объединяются в зиготе, свободно комбинируясь и давая всевозможные сочетания признаков. Следовательно, логично предположить, что гены локализованы в хромосомах, что частицы хромосом есть материальные основы генов, ранее являвшихся отвлеченным понятием.

Ниже мы познакомимся с явлениями сцепления признаков с полом, сцепления генов, рекомбинации генов, перекреста хромосом и др., которые ясно подтверждают, что действительно хромосомы являются материальными носителями генов, материальными носителями наследственности.

Половые хромосомы

Давно было известно, что у двудомных растений, например у конопля, а также у животных (кур, собак, лошадей и др.) и человека рождаются почти равные количества особей мужского и женского пола, т. е. рождаются в отношении 1:1. Если пол наследуется, как и любой другой признак, то для получения расщепления признаков в отношении 1:1 один пол должен быть гомозиготным, а другой — гетерозиготным по этим признакам.

Цитологи открыли, что действительно в диплоидном наборе хромосом ($2n$) имеется пара гомологичных хромосом — так называемых половых хромосом, не похожих друг на друга. Причем такая пара половых хромосом, не похожих друг на друга, обнаруживается или только у растений мужского пола (например, у конопля, некоторых видов щавеля, хмеля и др.), и тогда у растений женского пола наблюдаются гомологичные половые хромосомы, похожие друг на друга, или, наоборот, не похожие друг на друга половые хромосомы обнаруживаются только у растений женского пола (например, у некоторых видов земляники), и тогда растения мужского пола имеют сходные половые хромосомы.

Следовательно, один пол действительно получается гомозиготным; его половые хромосомы получили название XX. Другой пол получается гетерозиготным; его половые хромосомы получили название XY. И у животных, и у человека таким же образом обуславливается пол. Мужчина, например,

имеет половые хромосомы XY, а женщина—XX. У плодовой мушки дрозофилы самец тоже имеет половые хромосомы XY, а самка — XX.

Плодовая мушка — *Drosophila melanogaster* является чрезвычайно удобным объектом для цитолого-генетических исследований потому, что, во-первых, у нее через каждые 10—12 дней нарождается новое поколение, так что в течение года можно исследовать более 30 поколений; во-вторых, каждое поколение очень многочисленно — нарождается более 1000 мушек; в-третьих, число хромосом очень мало ($2n=8$) и потому удобно для исследований; в-четвертых, содержать плодовую мушку и проводить опыты с ней очень удобно и просто — она содержится в пробирках, кормится изюмом; в-пятых, она имеет отчетливые признаки (цвет глаз, цвет тела, щетинки на теле и др.), а самки и самцы хорошо внешне отличаются.

Все перечисленные особенности плодовой мушки послужили причиной того, что она сделалась широко распространенным объектом в цитолого-генетических исследованиях во всем мире и посылалась в космическом корабле для изучения влияний на нее космических лучей.

В настоящее время для генетиков и биохимиков, изучающих наследственность на клеточном и молекулярном уровнях, более удобными объектами для экспериментов оказались бактерии, вирусы и микроскопические грибы.

Морган при изучении плодовой мушки, а затем и другие генетики в исследованиях других объектов открыли, что есть признаки, передающиеся по наследству потомкам преимущественно вместе с признаками пола. Эти признаки стали называться признаками, сцепленными с полом. Логично было предположить, что гены, определяющие развитие данных признаков, сцепленных с полом, очевидно, находятся в половой хромосоме. Впоследствии это явление сцепления признаков с полом было доказано как остроумными генетическими опытами, так и цитологическими исследованиями.

Признаки, сцепленные с полом, наблюдаются и у человека. Так, наследственная болезнь дальтонизм, выражающаяся в неспособности различать цвета, развивается (за редким исключением) у мужчин.

Наследственная болезнь гемофилия, выражающаяся в ненормальном, затрудненном свертывании крови, также встречается почти исключительно у мужчин.

Поскольку генов, определяющих в организме развитие многочисленных признаков, много, а хромосом относительно мало, постольку в каждой хромосоме должно локализоваться не по одному, а по несколько или много генов.

Следовательно, при расщеплении свободное распределение генов по гаметам, как установлено выше, связано со свободным распределением хромосом по гаметам при мейозе. Если же два гена, определяющие развитие двух разных признаков, находятся в одной хромосоме, то они не смогут свободно и самостоятельно распределяться по гаметам, они будут попадать в гаметы вместе, поскольку хромосома, их несущая, целиком попадает в гамету. Эти логические рассуждения вполне подтверждались опытами. Такое совместное проявление некоторых признаков у потомков получило объяснение в сцеплении генов.

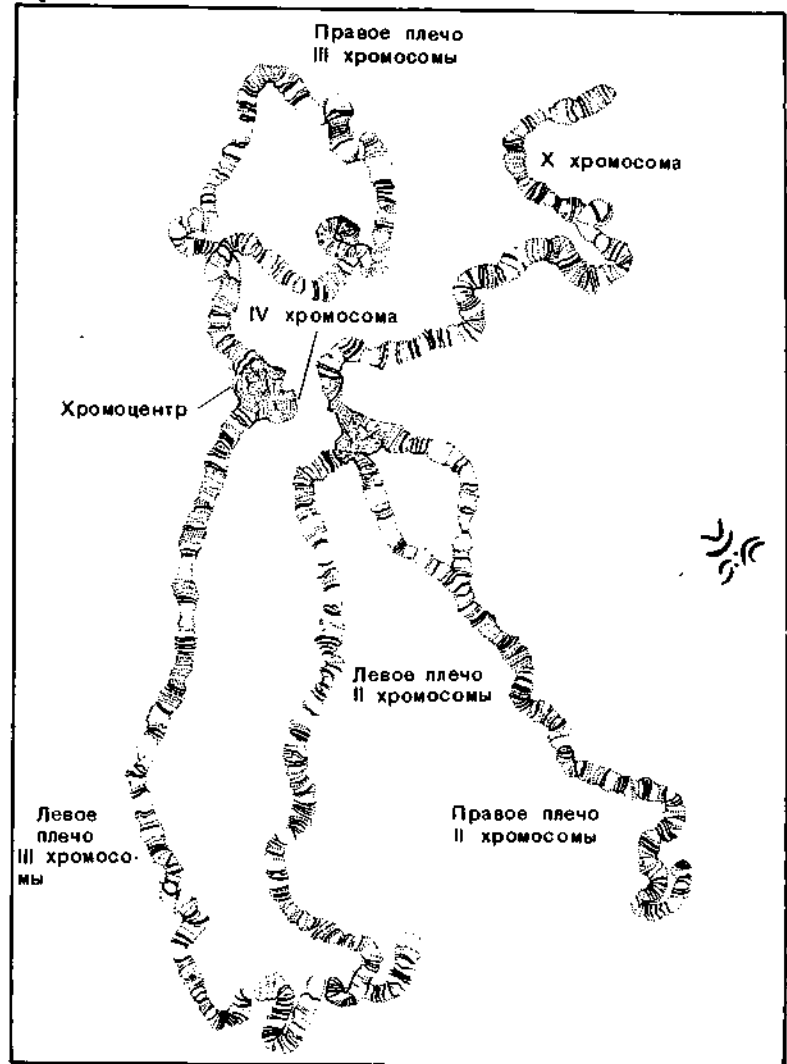
Понятно, что групп сцепления генов может быть столько, сколько хромосом имеется в гамете. Каждая хромосома пред-

**Признаки
сцепления
с полом**

Группы сцепления

350. Гигантские хромосомы в клетках слюнных желез плодовой мушки (по Пайнтеру).

Справа — обычные хромосомы соматической клетки в стадии метафазы.



ставляет собой целый набор сцепленных генов. Так, у кукурузы установлено 10 групп сцепления и гаплоидное число хромосом равно 10 ($n=10$); у гороха — 7 групп сцепления ($n=7$), у помидора — 12 групп сцепления ($n=12$), у плодовой мушки — 4 группы сцепления ($n=4$).

Морган и его сотрудники предложили гипотезу линейного расположения генов, согласно которой гены локализованы вдоль тела хромосомы, вдоль прямой линии — оси хромосомы.

Эта гипотеза линейного расположения генов впоследствии была подтверждена открытием гигантских хромосом в клетках слюнных желез плодовой мушки, — выяснилось, что хромосома неоднородна вдоль своей оси.

Еще в конце XIX столетия цитологи заметили необычайно крупные хромосомы в ядрах клеток слюнных желез, кишечника, мальпигиевых сосудов у личинок двукрылых, в частности у плодовой мушки. Эти хромосомы получили название гигантских хромосом. Гигантские хромосомы оказались в 100—200

**Линейное
расположение
генов
в хромосомах**

350. Гигантские хромосомы в клетках слюнных желез плодовой мушки (по Пайнтеру).

Справа — обычные хромосомы соматической клетки в стадии метафазы.



ставляет собой целый набор сцепленных генов. Так, у кукурузы установлено 10 групп сцепления и гаплоидное число хромосом равно 10 ($n=10$); у гороха — 7 групп сцепления ($n=7$), у помидора — 12 групп сцепления ($n=12$), у плодовой мушки — 4 группы сцепления ($n=4$).

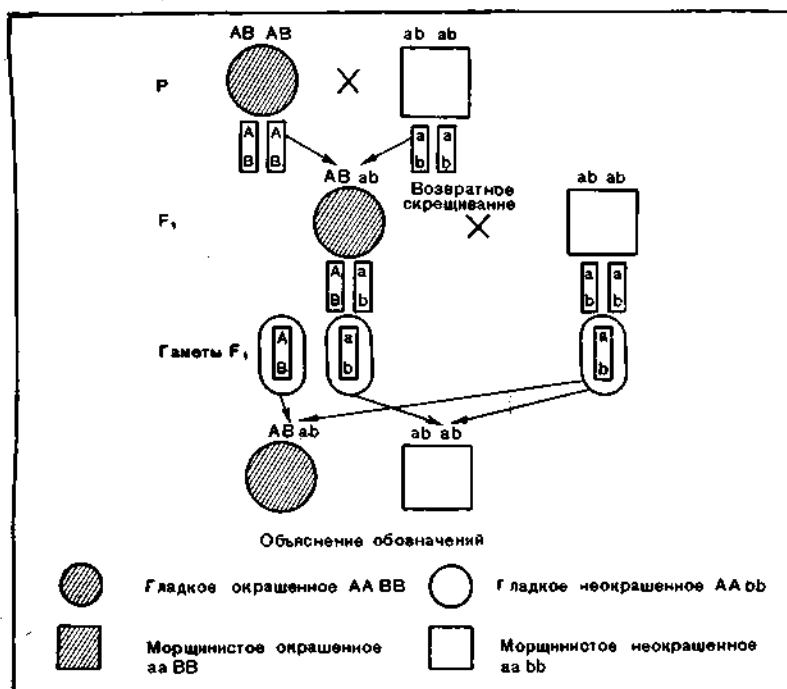
Морган и его сотрудники предложили гипотезу линейного расположения генов, согласно которой гены локализованы вдоль тела хромосомы, вдоль прямой линии — оси хромосомы.

Эта гипотеза линейного расположения генов впоследствии была подтверждена открытием гигантских хромосом в клетках слюнных желез плодовой мушки, — выяснилось, что хромосома неоднородна вдоль своей оси.

Еще в конце XIX столетия цитологи заметили необычайно крупные хромосомы в ядрах клеток слюнных желез, кишечника, мальпигиевых сосудов у личинок двукрылых, в частности у плодовой мушки. Эти хромосомы получили название гигантских хромосом. Гигантские хромосомы оказались в 100—200

**Линейное
расположение
генов
в хромосомах**

351. Анализирующее скрещивание у кукурузы.



раз длиннее и толще обычных хромосом. Гигантские хромосомы содержат в 1000 раз больше хромонем чем обычные хромосомы. Вдоль оси гигантской хромосомы плодовой мушки расположено около 5000 так называемых дисков (рис. 350). Следовательно, действительно вдоль своей оси хромосома неоднородна.

Гигантские хромосомы образуются вследствие того, что после деления хромосом не следует их расхождение и деление клетки, а клетки и хромосомы лишь увеличиваются, достигая гигантских размеров.

Цитология и генетика пришли к заключению, что групп сцепления генов может и должно быть столько, сколько хромосом в гамете.

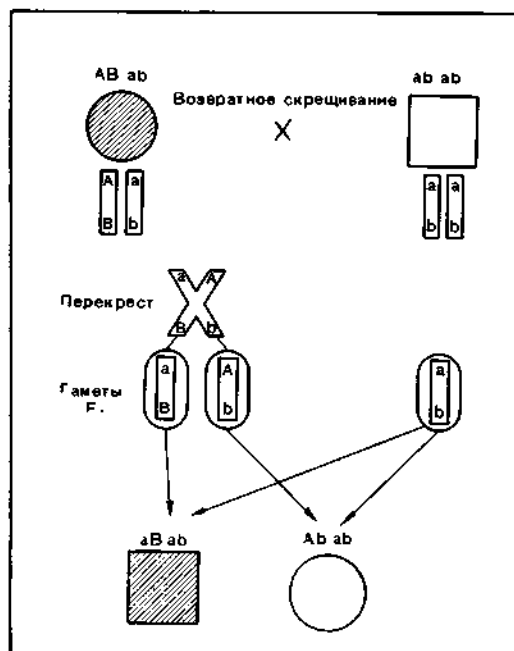
Однако иногда замечается, что признаки, наследовавшиеся вместе как сцепленные, вдруг наследуются раздельно, свободно, рекомбинируются, словно их определяющие гены перестали быть сцепленными и находятся в разных хромосомах. Подобные явления были объяснены после того, как цитологи открыли процесс перекреста хромосом — так называемый кроссинговер.

Рассмотрим подробнее кроссинговер. В профазе мейоза гомологичные хромосомы конъюгируют, спариваются (см. рис. 35) и в местах их соприкосновения, перекреста (см. рис. 36) они могут разрываться, а затем, расходясь, обмениваться своими частями. Таким образом, гены, являвшиеся вследствие нахождения в одной хромосоме сцепленными, окажутся в разных хромосомах и будут наследоваться как свободные, не сцепленные. Гены будут рекомбинироваться. Явление кроссинговера наблюдается у животных, растений и микроорганизмов.

Открытие кроссинговера в цитологии и объяснение явления рекомбинации генов еще раз убедительно подтвердили, что

352. Кроссинговер у кукурузы.

Объяснения те же что
на рис. 351.



гены действительно локализируются в хромосомах и действительно расположены вдоль оси хромосомы.

Рассмотрим пример скрещивания кукурузы, в котором ясно проявляется и сцепление генов, и перекрест хромосом. Подобное скрещивание было изучено впервые в 20-х годах текущего столетия Гетчинсоном. Скрещивался сорт кукурузы, имеющий сцепленные гены, определяющие гладкую поверхность зерновки и окрашенный алейроновый слой зерновки, с сортом, имеющим также сцепленные гены, определяющие морщинистую поверхность и неокрашенность зерновки. Окраска и гладкость зерновки были доминирующими признаками. Подобное скрещивание мы уже рассматривали (см. рис. 348); только в том, рассмотренном, скрещивании был один доминирующий признак (пурпурная окраска венчика), а в этом, рассматриваемом, имеется два сцепленных доминирующих признака.

При обратном анализирующем скрещивании должны получиться в потомстве равные количества растений со сцепленными доминирующими (А и В) и сцепленными рецессивными (а и в) признаками (см. рис. 346; рис. 351). Однако при обратном анализирующем скрещивании не получились ожидаемые равные количества растений с гладким окрашенным зерном и морщинистым неокрашенным зерном. Неожиданно появились новые комбинации признаков: гладкие неокрашенные и морщинистые окрашенные зерна. Это могло произойти только вследствие нарушения сцепления генов, вследствие их рекомбинации, т. е. кроссинговера. В подобном случае схема должна выглядеть, как на рис. 352.

Кроссинговер обычно происходит лишь в небольшом проценте случаев, а большинство кукурузных зерен по-прежнему оказываются гладкими и окрашенными или морщинистыми и неокрашенными, т. е. формируются по-прежнему под влиянием сцепленных генов.

Карта расположения генов в хромосомах

Морган пришел к заключению, что среди расположенных вдоль оси хромосомы генов дальше друг от друга расположены те из них, которые чаще рекомбинируются вследствие кроссинговера. И действительно, гены, расположенные на концах хромосом, при любых перекрестах хромосом будут рекомбинироваться, будут подвергаться кроссинговеру и, наоборот, гены, расположенные в середине хромосомы и рядом друг с другом, естественно, будут чаще оставаться сцепленными. Отсюда вытекает правило, что чем чаще гены подвергаются кроссинговеру, тем дальше они расположены друг от друга. Появляется возможность определить для каждого гена место вдоль оси хромосомы, установить относительное взаимное расположение генов. Таким образом, появилась возможность составить карты расположения генов вдоль оси хромосомы — так называемые генетические карты.

Кроссинговер имеет большое значение для эволюции вида, т. е. для естественного отбора, так как вследствие рекомбинации генов появляются организмы с новым, иным сочетанием признаков, быть может таким новым сочетанием, которое сделает организм значительно более приспособленным к условиям среды и будет содействовать его победе в борьбе за существование.

Нехромосомная наследственность

Выше мы рассматривали явления наследственности, определяемые хромосомами, которые действительно представляют собой материальных носителей наследственности. Но значит ли это, что только хромосомы обуславливают наследственность и цитоплазма с органоидами в этих процессах не играет никакой роли? Нет, это лишь значит, что хромосомы играют ведущую роль в определении наследственности. Цитоплазма с органоидами также в свою очередь имеет некоторое значение в наследовании ряда признаков.

Пластиды растений способны репродуцироваться и при делении клетки, расходясь по дочерним клеткам, передавать по наследству свои особенности. Особенности пластид, их изменения хорошо видны при бесполом размножении. Это относится и к другим органоидам клетки (например, к хондриосомам), способным к репродукции.

Изменчивость

Изменчивость — свойство организмов изменять свои признаки вследствие влияния на их развитие факторов внешней среды.

Различают ненаследственную изменчивость, или модификации, или флюктуации, и наследственную изменчивость, или мутации. Ненаследственная изменчивость организма при его половом размножении потомкам не передается. Это изменение фенотипа организма. Наследственная же изменчивость передается потомкам. Это изменение генотипа организма.

Комбинативная изменчивость

К наследственной изменчивости относится и комбинативная изменчивость. Выше, когда рассматривалось скрещивание, сцепление генов, кроссинговер и т. п., мы уже познакомились с наследственной изменчивостью организмов, происходящей от разнообразных комбинаций у потомков наследственных

Модификации

признаков их родителей. Эту изменчивость называют комбинативной.

Вся совокупность признаков и свойств организма проявляется в зависимости от наследственности его (генотипа) и тех условий внешней среды, в которых он развивается. Организмы с одинаковой наследственностью, развивавшиеся при разных условиях внешней среды, могут иметь различные признаки и свойства — это будут различные модификации.

Модификации, или флюктуации, листьев у водяного лютика хорошо видны на рис. 108. Листья, развившиеся в водной среде, имеют глубоко и многократно рассеченную пластинку и нитевидные доли листа, а у листьев, развившихся в воздушной среде, имеются цельные пластинки. Вообще все случаи гетерофилии являются хорошими примерами модификации.

Растения китайской примулы — *Primula sinensis rubra*, имеющие одинаковую наследственность, но выращенные в разных температурных условиях, будут иметь различную окраску лепестков — от красной до белой. Ген окраски лепестков различно проявляется в разных температурных условиях. Следует заметить, что есть сорт белой китайской примулы, которая всегда, при всяких условиях, образует белые лепестки.

Мутации

Мутации, как и другие виды изменчивости, вызываются действием факторов внешней среды на развивающийся организм. Следует заметить, что для клетки в организме средой, ее окружающей, будет являться внутренняя среда организма.

Мутации наблюдаются у человека, животных, растений, бактерий и вирусов. Работами последних лет установлено, что мутации — очень распространенное явление. Если каждый ген будет мутировать редко, то всех генов настолько много, что мутаций все же будет очень много. Мутации возникают скачкообразно, например из остистой пшеницы скачкообразно образуется безостая пшеница.

Мутации могут быть очень незначительными, почти незаметными и могут быть значительными, резко заметными. Так, еще Дарвин указывал, что у диких и культурных лекарственных, плодовых и других растений часто встречается почковая изменчивость, или почковые вариации, или спорты, благодаря которым появились сотни новых сортов яблонь, сотни сортов картофеля, много сортов цитрусовых растений (лимона, апельсина, мандарина) и др.

В 1888 г. И. В. Мичурин на дереве «Антоновки могилевской белой» заметил ветвь, на которой имелись крупные плоды. Это была соматическая мутация, спорт, т. е. эта ветвь выросла из изменившейся, мутировавшей меристемы почки. Размножив вегетативно эту ветвь (путем прививки), И. В. Мичурин получил новый сорт яблони и дал ему название «Антоновка шестисотграммовая».

Всевозможные мутации и комбинативная изменчивость дают богатый разнообразный материал как для естественного отбора, так и для выведения новых сортов посредством искусственного отбора.

Генные и хромосомные мутации

Различают следующие виды мутаций: 1) генные, или точковые, мутации, при которых происходит химическое изменение в определенной точке хромосомы, изменение самого гена, морфология же хромосомы остается неизменной; 2) хромосомные перестройки, или хромосомные аберрации, при которых происходят разнообразные перестройки в теле самой хромосомы (утрата частицы, удвоение частицы хромосомы и др.)

и неизбежно меняется число и последовательность генов в хромосоме; 3) изменения количества целых хромосом, при которых меняются количества или каких-нибудь отдельных хромосом или гаплоидных наборов хромосом (гетероплоидия и полиплоидия).

По месту возникновения в организме мутации делятся на генеративные, возникающие в археспориальных клетках, материнских клетках пыльцы, спорах, гаметах и т. п., и соматические, возникающие в любой другой соматической клетке тела.

Генные мутации, как уже указывалось, являются скачкообразными изменениями генов. Возможны как прямые, так и обратные мутации. Примером генной мутации может быть обнаруженная у кукурузы мутация, выражающаяся в отсутствии конъюгации гомологичных хромосом в процессе мейоза, или новый сорт устойчивой к ржавчине и другим болезням пшеницы, или новые неполегающие сорта ячменя.

Оказывается, ген может мутировать не однажды, а давать вследствие мутирования целую серию мутаций, целую серию аллелей. Это явление называют множественным аллелизмом.

Известно, что у человека наблюдается 4 группы крови: 0, A, B, AB. Эти группы крови определяются генами множественных аллелей.

Наследование групп крови дает возможность в ряде случаев решить вопрос об исключении отцовства, что и используется в судебной медицине. От браков людей с разными группами крови возможны потомки со следующими группами (табл. 6).

ТАБЛИЦА 6

Группы крови родителей	Группы крови потомков	Группы крови, невозможные у потомков
0×0	0	A, B, AB
0×A	0, A	B, AB
A×A	0, A	B, AB
0×B	0, B	A, AB
B×B	0, B	A, AB
A×B	0, A, B, AB	—
0×AB	A, B	0, AB
A×AB	A, B, AB	0
B×AB	A, B, AB	0
AB×AB	A, B, AB	0

Так, например, если у родителей с группами крови 0 и 0 родится ребенок не с группой крови 0, а с группой A или B, или AB, то в таком случае отцовство должно отрицаться.

Н. И. Вавилов открыл следующую закономерность в процессе генного мутирования: «Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов»¹. Эту закономерность Н. И. Вавилов назвал законом гомологических рядов в наследственной изменчивости. Этот закон помог прак-

**Закон
гомологических
рядов**

¹ Н. И. Вавилов. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. В сб.: Теоретические основы селекции растений. Т. I. М.—Л. Сельхозгиз, 1935, стр. 106.

Николай Иванович Вавилов



тической работе, например по выведению односемянных соплодий у сахарной свеклы, выведению безалкалоидного люпина, помог предугадать и найти в природе озимый голозерный ячмень, безостые формы твердых пшениц и т. п.

Николай Иванович Вавилов (1887—1942) — выдающийся советский ботаник, генетик, путешественник. С 1920 г. вернулась во всю ширь его творческая научная и организационная деятельность. В течение всей своей жизни Н. И. Вавилов совершил много замечательных плодотворных путешествий. В результате этих экспедиций было собрано в СССР более 300 000 разнообразных сортов и форм культурных растений (за рубежом эти коллекции называли «Лувром ботаников» или «Эрмитажем растениеводства») и к 1936 г. 20 000 000 га, т. е. более 15% посевных площадей СССР, были заняты лучшими привезенными сортами кукурузы, овса, ячменя, бобовых, картофеля, хлопка и др.

Хромосомные перестройки могут быть двух категорий, а именно: внутрихромосомные и межхромосомные. К внутрихромосомным перестройкам относятся: удвоение или выпадение частицы хромосомы, изменение последовательности расположения генов в хромосоме вследствие обращения на 180° частицы хромосомы. К межхромосомным перестройкам относится обмен участками между негомологичными хромосомами, вследствие чего изменяются группы сцепления генов.

Описанные выше хромосомные перестройки наблюдались как у растений, например у кукурузы, так и у животных. Хромосомные перестройки имеют большое практическое значение в том отношении, что они приводят к изменению групп сцепления генов, следовательно, возможно, к изменению групп практически ценных признаков растения.

Третья категория мутаций — гетероплоидия и полиплоидия — настолько изучены и играют в практике растениеводства такую большую роль, что мы их выделяем в отдельный раздел.

Полиплоидия и гетероплоидия

Гаплоидным набором хромосом, т. е. геномом, называется такой набор, в котором число хромосом равно n , т. е. от каждой пары гомологичных хромосом присутствует в наборе только одна хромосома. Гаплоидное число хромосом характерно для гамет, при слиянии которых (при оплодотворении) сливаются их гаплоидные числа хромосом и образуют диплоидное число $2n$, характерное для соматических клеток. При формировании гамет диплоидное число хромосом вследствие мейоза снова уменьшается до гаплоидного. У пчел и некоторых других видов насекомых, а также у ряда видов беспозвоночных животных самцы имеют гаплоидный набор хромосом, тогда как самки имеют диплоидный набор.

Вследствие нарушения митоза или мейоза могут получаться дочерние клетки с увеличенным, кратным гаплоидному, числом хромосом. Расхождение хромосом в анафазе не совершится и в клетке получится удвоенное диплоидное число хромосом, равное $4n$, т. е. тетраплоидное число хромосом. Такое, кратное гаплоидному ($2n$, $3n$, $4n$, $5n$ и т. п.), увеличение числа хромосом называется полиплоидией, или эуплоидией.

Если же расхождение хромосом в анафазе совершится, но не поровну, как обычно, а на одну, две и т. д. хромосомы больше или меньше ($2n+1$, $2n-1$, $2n+2$ и т. д.), то такое изменение числа хромосом называется гетероплоидией, или анеуплоидией, или полисомией.

Образовавшиеся полиплоидные клетки в дальнейшем делятся митотически, сохраняя свое новое, увеличенное число хромосом. Если из соматической полиплоидной клетки образуется организм, то мы получим полиплоидный организм. Так и бывает, если полиплоидия совершится в образовательной ткани, например в меристеме растительной почки, и из полиплоидной клетки образуются ткани и побег.

Если полиплоидия совершится в клетке, из которой не образуется новое растение или побег, то полиплоидные клетки останутся лишь как ткань или частица ткани растительного организма, который будет представляться химерой.

Если удвоение числа хромосом совершится в гамете, то она будет иметь $2n$ хромосом; при слиянии такой гаметы с нормальной получится ($2n+n$) триплоидная зигота и впоследствии — организм, имеющий в клетках $3n$ хромосом, или триплоид. Организмы, состоящие из гаплоидных или диплоидных, или триплоидных, или тетраплоидных и т. д. клеток, называются соответственно гаплоидами, диплоидами, триплоидами, тетраплоидами и т. д. Химеры, состоящие из тканей разной полиплоидности, называются миксоплоидами.

Ряд близких, родственных видов, содержащих последовательно увеличивающиеся, кратные геному, числа хромосом, называется полиплоидным рядом.

Полиплоидия — явление, широко распространенное в природе. Работами последних лет доказано, что около 35% видов покрытосеменных растений являются полиплоидными. Например, виды рода пшеницы — *Triticum* — представляют собой последовательный полиплоидный ряд. Так, однозернянка — *T. monospermum* — имеет $2n=14$, твердая пшеница —

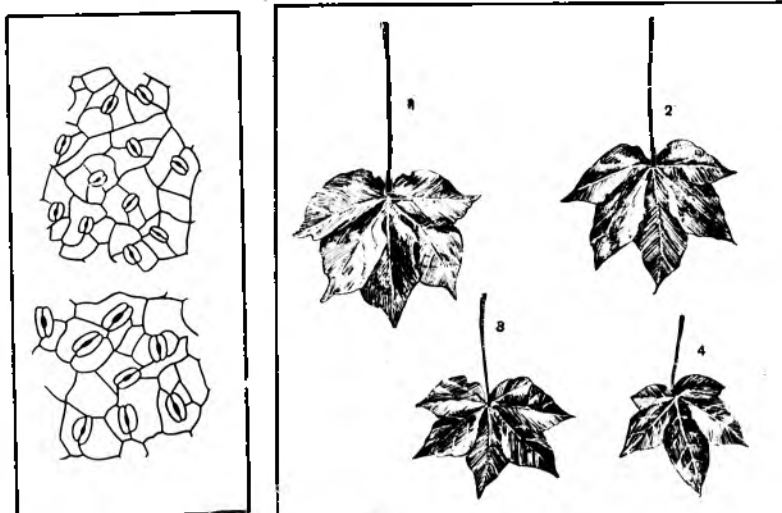
353. Величина устьиц листьев 354. Размеры листьев хлопчатника.

К рис. 353

Внизу — амфидиплоид, или аллополиплоид; вверху — исходная форма, гибрид.

К рис. 354

1 — амфидиплоид;
2 — исходная форма, гибрид;
3 — мать гибрида, мохнатый хлопчатник;
4 — отец гибрида, египетский хлопчатник.



T. durum, польская — *T. polonicum*, ветвистая — *T. turgidum* и др. имеют $2n=28$, мягкая пшеница — *T. vulgare*, компактная — *T. compactum*, спельта — *T. spelta* и др. имеют $2n=42$. Если для видов пшеницы основным набором хромосом является число 7, т. е. гаплоидное, основное число у однозернянки, то однозернянка будет диплоидом ($14=7 \times 2$), твердая пшеница и другие 28-хромосомные виды — тетраплоидами ($28=7 \times 4$), мягкая пшеница и другие 42-хромосомные виды — гексаплоидами ($42=7 \times 6$).

Следует отметить, что диплоидные пшеницы ($2n=14$) представлены двумя дикими видами и одним культурным (однозернянка), имеющим небольшое хозяйственное значение; тетраплоидные пшеницы ($2n=28$) представлены двумя дикими видами и восемью культурными (двузернянка, твердая пшеница и др.), имеющими хозяйственное значение; гексаплоидные пшеницы ($2n=42$) представлены только культурными видами (мягкая пшеница и др.), имеющими колоссальное хозяйственное значение.

Полиплоидия обнаружена и у водорослей, листостебельных мхов, папоротников и, редко, у грибов.

Полиплоиды, образовавшиеся на основе одного генома, т. е. путем умножения набора хромосом одного вида, называются автополиплоидами. Полиплоиды, образовавшиеся на основе двух или нескольких разных геномов, т. е. путем умножения набора хромосом, состоящего из разных геномов (например, у отдаленного гибрида), называются аллополиплоидами, или амфидиплоидами.

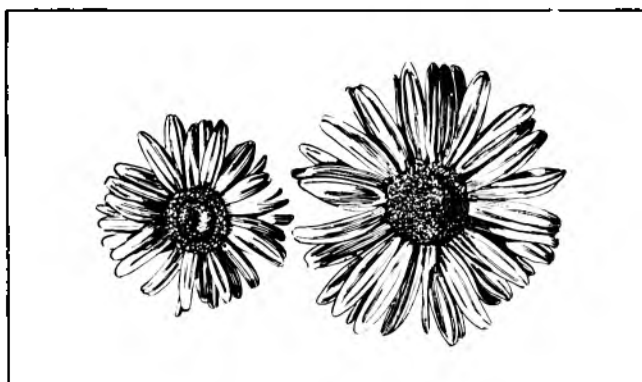
Полиплоиды (как автополиплоиды, так и аллополиплоиды) часто значительно отличаются от своих исходных форм. Размеры клеток у полиплоида обычно значительно больше размеров клеток исходной формы. Удобнее всего отличать полиплоиды по размерам замыкающих устьичных клеток и по размерам пыльцевых зерен.

Размеры устьиц и пыльцы у аллополиплоида хлопчатника, экспериментально полученного нами от гибрида: мохнатый хлопчатник — *Gossypium hirsutum* × египетский хлопчатник — *G. barbadense* отличаются следующим образом (табл. 7).

Особенности полиплоидов

355. Размеры соцветий у пиретровой кавказской ромашки.

Справа — триплоид
(27 хромосом);
слева — диплоид (18
хромосом).



Как видно из табл. 7, приблизительная площадь (длина, умноженная на ширину) устьиц (8,43) у аллополиплоида почти вдвое превосходит площадь устьиц (4,23) у исходной формы (рис. 353); приблизительный объем пыльцевого зерна (998) превосходит почти в 4 раза (268).

Размеры листьев у полиплоидов также часто бывают крупнее, чем у исходных форм. Так, у аллополиплоида хлопчатника (рис. 354) листовая пластинка была шире и толще, площадь ее была больше, поверхность — морщинистее, чем у исходных форм. Увеличение толщины и ширины листьев также наблюдалось у полиплоидных герани, табака, капусты, клевера, кукурузы, ржи и др.

ТАБЛИЦА 7

Наименование	Число хромосом (2n)	Устьица			Пыльца	
		длина ¹	ширина ¹	длина × ширина ¹	диаметр ¹	объем (1/3πr ³)
Аллополиплоид	104	3,78	2,28	8,43	12,4	998
<i>H. hirs</i> × <i>G. barb</i>	52	2,43	1,74	4,23	8,0	268
<i>G. hirsutum</i>	52	2,50	1,50	3,75	7,4	212
<i>G. barbadense</i>	52	2,40	1,40	3,36	7,5	221

¹ Измерения длины — в делениях окуляр-микрометра. Цена 1 деления равна 13,1 м.

Мощность, размеры всего растения у полиплоидов иногда бывают значительно больше, чем у исходных форм (клевер, турнепс, осина и др.).

Цветы и соцветия у полиплоидов (рис. 355) также иногда бывают крупнее, чем у исходной формы. Крупные колосья (рис. 356) наблюдались у ржи, колоски — у риса, крупные цветки — у колокольчика, петунии, глицинии, нарциссов и др.

Наконец, у полиплоидов иногда наблюдались увеличенные плоды и семена, например у ячменя, кукурузы, ржи (рис. 357), гречихи, льна, арбуза, яблоки и других растений.

Наблюдались и случаи увеличения скороспелости (капуста, петуния), морозоустойчивости (помидор), содержания витамина С (помидор, яблоки), сахара (сахарный тростник).

Однако известны примеры, когда полиплоидное растение было мельче диплоидного или становилось позднеспелым, или бесплодным, или имело меньше семян (рожь, гречиха, и др.).

356. Величина колосьев озимой ржи «Вятки московской».

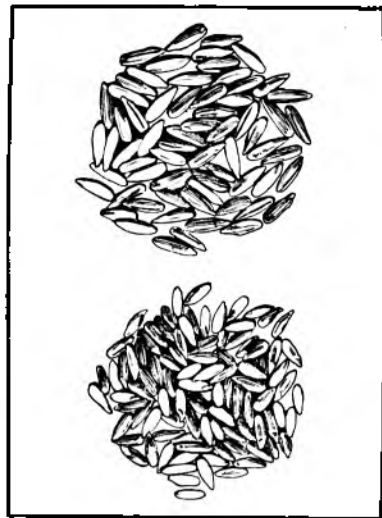
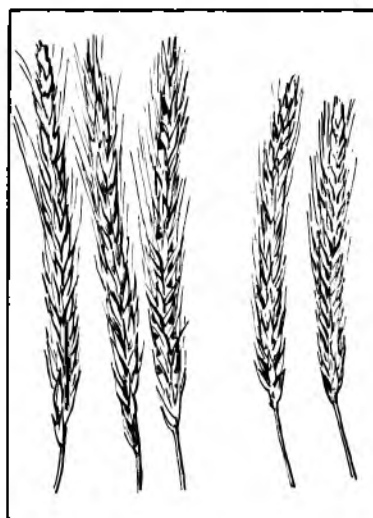
357. Величина зерен ржи «Вятки московской».

К рис. 356

Слева 3 колоса — тетраплоидная рожь (28 хромосом); справа 2 колоса — диплоидная исходная форма (14 хромосом).

К рис. 357

Вверху — тетраплоидная рожь; внизу — диплоидная рожь.



Из приведенного выше делаем заключение, что полиплоиды по сравнению с исходными формами могут быть как более мощными, так и менее плодовитыми.

Во всяком случае, автополиплоиды значительно расширяют изменчивость видов и дают новый материал для селекционной работы.

У автополиплоидов хорошо изучен мейоз. У диплоидов в профазе мейоза конъюгируют гомологичные хромосомы; поскольку всегда бывает по две гомологичные хромосомы, образуются биваленты. Затем хромосомы бивалентов нормально расходятся, и образуются нормальные гаметы.

У триплоидов этот процесс осложняется. В профазе мейоза, поскольку имеется по 3 гомологичные хромосомы, конъюгируют по 3 хромосомы, образуются триваленты. Затем хромосомы тривалентов не могут поровну разойтись к полюсам и мейоз нарушается, не образуются нормальные гаметы, триплоид оказывается стерильным.

У тетраплоидов при конъюгации хромосом оказывается по 4 гомологичные хромосомы и потому образуются тетраваленты. Мейоз протекает нормально, подобно мейозу у диплоидов. Тетраплоид оказывается фертильным, т. е. способным к оплодотворению.

Стерильность у полиплоидов

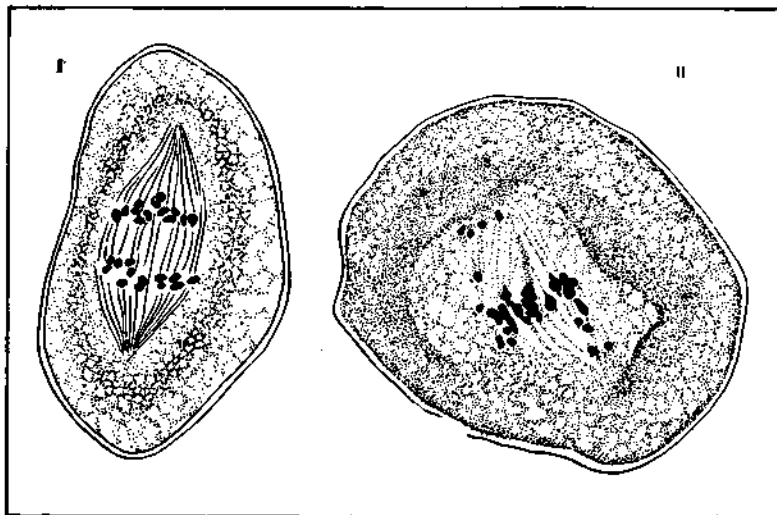
Известно, что гибрид от отдаленного скрещивания (разных видов, родов) обычно бывает стерильным. Так, гибриды от скрещивания двух видов хлопчатника не образуют нормальных фертильных гамет, являясь совершенно стерильными, бесплодными. На рис. 358, II хорошо видно, что в анафазе мейоза некоторые хромосомы уже приблизились к полюсам, тогда как другие еще соединены в бивалентах и находятся в экваториальной плоскости, и фигура веретена сильно деформирована; в результате получается расстройство мейоза и не образуются нормальные гаметы.

То же наблюдается и у животных, например мул — гибрид от скрещивания лошади и осла — стерил.

Стерильность, например, ржано-пшеничного гибрида — вполне объяснимое явление. При скрещивании объединяются

358. Мейоз у хлопчатника.

I — нормальная анафаза у 26-хромосомного хлопчатника; к полюсам приближается по 13 хромосом;
 II — ненормальная анафаза у межвидового гибрида хлопчатника *Gossypium herbaceum* (26 хромосом) × *G. hirsutum* (52 хромосомы).
 Увеличение в 2000 раз.



в зиготе два совершенно чуждых далеких генома, а именно: в гамете (яйцеклетке) ржи имеется геном, состоящий из 7 хромосом ржи, а в гамете (спермии) пшеницы — геном, состоящий из 7 хромосом пшеницы. Впоследствии у ржано-пшеничного гибрида расстраивается мейоз. Поскольку каждая из 7 хромосом ржи не имеет себе гомологичной хромосомы среди 7 хромосом пшеницы, постольку в профазе мейоза, когда гомологичные хромосомы должны конъюгировать попарно, конъюгации не происходит, бивалентов не образуется, каждая хромосома ведет себя, как унивалент (всего 14 унивалентов); в анафазе хромосомы беспорядочно расходятся к полюсам, нормальные гаметы не образуются и ржано-пшеничный гибрид оказывается бесплодным.

Только небольшое количество гамет может оказаться фертильным; это те гаметы, которые будут иметь все 14 унивалентов, так называемые нередуцированные гаметы. Если такие нередуцированные гаметы сольются при оплодотворении, они образуют аллополиплоидную зиготу, содержащую 28 хромосом (7+7 от ржи и 7+7 от пшеницы).

Итак, когда происходит удвоение числа хромосом и у ржано-пшеничного аллополиплоида в профазе мейоза участвует не 7 хромосом ржи, а удвоенное их количество, то каждая из 7 хромосом генома ржи находит себе гомологичную в другом геноме ржи и нормально конъюгирует, образуется 7 бивалентов ржи. Так же ведут себя и гомологичные хромосомы обоих геномов пшеницы, образуя 7 бивалентов пшеницы. Таким образом, у аллополиплоида протекает нормально мейоз и образуются нормальные, фертильные гаметы, т. е. восстанавливается плодовитость. Так, посредством удвоения числа хромосом была восстановлена плодовитость у стерильных ржано-пшеничного, редечко-капустного и других гибридов.

При отдаленной гибридизации часто наблюдается гетерозис и, следовательно, получение практически ценных растительных форм. Однако, как указывалось выше, отдаленные гибриды обычно бывают стерильными. Возможность путем аллополиплоидии восстановить фертильность гибрида значит сохранить новую гибридную форму, значит сохранить появившиеся практически ценные свойства гетерозисного гибрида.

**Преодоление
стерильности
полиплоидов**

В настоящее время в разных семействах уже получены сотни аллополиплоидов.

Исключительно ценны в теоретическом отношении экспериментальные работы по созданию аллополиплоидных видов растений, которые уже давным давно образовались в процессе эволюции и существуют в природе как старые виды. Примером такого синтеза аллополиплоидного вида является работа советского генетика В. А. Рыбина по синтезу домашней сливы. Было произведено отдаленное скрещивание терна — *Prunus spinosa* и алычи — *P. divaricata* и у полученного гибрида, как обычно стерильного, вследствие слияния нередуцированных гамет образовалось семя аллотетраплоидное, давшее впоследствии растение, полностью похожее на домашнюю сливу — *P. domestica*. Числа хромосом в соматических клетках в данном случае изменялись следующим образом: у терна $2n=32$, у алычи $2n=16$, у гибрида терна с алычой $2n=24$, у аллотетраплоидного гибрида $2n=48$.

У животных также наблюдается полиплоидия, но много реже, чем у растений. Так, Мюльдадь открыл в семействе дождевых червей — *Lumbricidae* — полиплоидные ряды, имеющие следующие основные числа хромосом: 11, 16, 17, 18 и 19.

В последние годы советскому генетику Б. Л. Астаурову удалось получить аллополиплоид от межвидового гибрида тутовых шелкопрядов.

Значение полиплоидии

Полиплоидия играет огромную роль в формообразовании, в происхождении новых видов, в эволюции.

Есть веские основания полагать, что полиплоиды возникают на периферии ареала данного вида, где кончаются благоприятные для вида условия, так как там, на периферии ареала, чаще происходят резкие изменения климатических условий, которые могут порождать полиплоидию. Возникшие полиплоидные, новые формы, часто более жизнеспособные и выносливые, могут распространяться за пределы ареала в новых, новых для вида, условиях. Таким образом, в эволюции вида происходят скачкообразные изменения и появившиеся полиплоиды широко распространяются в новых условиях, занимая новые пространства, являя собой более приспособленные к новым условиям новые разновидности или новые виды.

Так, на основании своих цитологических исследований Текерхольм и Херст показали, что 5 видов роз, имеющих $2n=14$, распространены в южном и умеренном поясах Северного полушария. Виды же роз, распространенные в околополярных областях, имеют 56 хромосом, т. е. являются октоплоидами.

По сообщению советского исследователя Р. Л. Перловой, на Памире, близ г. Хорога, был посажен дикий мексиканский картофель. Он был триплоидным, т. е. имел в соматических клетках 36 хромосом. Для Хорога характерен резко континентальный климат, колебания температуры воздуха в сутки достигают 50° . Собранные на этом картофеле семена дали 9 семянцев и все сеянцы оказались гексаплоидами, имевшими 72 хромосомы (были и с 70, 71 и 73 хромосомами). Следовательно, произошло удвоение числа хромосом (36) у триплоида.

Автотетраплоиды трудно скрещиваются с исходными диплоидами, а F_1 от такого скрещивания бывает стерильным. Таким образом, благодаря полиплоидии образуется межвидовой барьер — нескрещиваемость, что имеет большое значение в эволюции, в видообразовании, как обособление нового вида.

Гетероплоидия

Аллополиплоидия, снимающая стерильность гибридов, несомненно, также имеет большое значение в эволюции.

Гетероплоидия, как уже указывалось, возникает вследствие нарушения расхождения гомологичных хромосом в анафазе.

Если в результате гетероплоидии получится организм, содержащий $2n + 1$ хромосом, то его называют трисомиком; если получится $2n - 1$ хромосом, — моносомиком; если получится $2n + 2$ (причем обе дополнительные хромосомы относятся к одной паре гомологичных хромосом), — тетрасомиком; если получится $2n - 2$ — нуллисомиком; если получится прибавление 2 хромосом, относящихся к разным парам гомологичных хромосом, то пишут $2n + 1 + 1$.

Поскольку все гены, помещающиеся в одной хромосоме, дают целую группу сцепления, определяющую в фенотипе группу признаков, постольку утрата при гетероплоидии, например, двух гомологичных хромосом ($2n - 2$) должна привести к утрате всей группы признаков. Так и подтвердилось в экспериментах. Таким образом, гетероплоидия помогает доказать, что гены находятся действительно в хромосомах, что они действительно сцеплены, поскольку находятся в теле одной хромосомы.

Обычно гетероплоидные организмы стерильны.

Способы искусственного получения мутаций

Одним из самых значительных разделов генетики является экспериментальный мутагенез, или овладение человеком методикой получения искусственных мутаций у организмов.

Таким путем человек может получать новые сорта растений и породы животных, может изменять наследственность человека, т. е. лечить наследственные болезни.

Первые эксперименты по искусственному получению полиплоидных клеток нужно отнести к 1890—1904 гг., когда русский биолог И. И. Герасимов, воздействуя на клетки водоросли спирогиры охлаждением или наркотиками (хлороформом, эфиром, хлоралгидратом), наблюдал нарушение деления клетки и получил двухъядерные клетки. И. И. Герасимов заметил положительное влияние увеличенной ядерной массы на рост и размеры клетки. Полиплоидная спирогира оставалась наследственно полиплоидной.

В 20-е годы текущего столетия были получены мутации путем воздействия рентгеновыми лучами у грибов (в СССР — Г. А. Надсон и Г. С. Филипов), у плодовой мушки (в США — Меллер) и путем воздействия рентгеновыми лучами и лучами радия у зерновых и табака (в СССР — А. А. Сапегин и Л. Н. Делоне, в США — Стадлер).

В 30-е годы появился целый ряд новых методов получения мутаций. Это отдаленная гибридизация, облучение ультрафиолетовыми лучами, резкие понижения или повышения температуры окружающей среды (температурные шоки), центрифугирование, воздействие бактериями и др. В конце 30-х годов были открыты новые, небывало эффективные средства получения полиплоидов и гетероплоидов. Это алкалоид колхицин и углеводород аценафтен. Они тормозили деление клетки и, если это торможение происходило тогда, когда ядро уже поделилось, то оба ядра оставались в одной неразделившейся

ся клетке и позже сливались — получалась полиплоидная клетка. Если такие полиплоидные клетки образовывались в меристеме точки роста стебля, то из них развивался полиплоидный побег или часть побега. То же следует отнести и к меристеме кончика корня.

К этому времени было уже достаточно много исследований, доказывающих, что полиплоидия действительно может дать новые формы растений, отличающиеся от исходных форм мощностью, повышением урожайности, плодovitостью (вместо бесплодности) и т. п. Поэтому во всех странах, особенно в СССР, широко развернулась работа по экспериментальному получению полиплоидов у растений. Наиболее распространенным средством для получения полиплоидии оказался алкалоид колхицин.

В 40- и 50-е годы, да и в настоящее время, получены новые, практически ценные полиплоидные и другие мутантные формы растений и богатейший материал для дальнейшей селекционной работы. Приведем примеры.

Мутации грибов, продуцирующих антибиотики пенициллин, стрептомицин и др., вырабатывают в сотни раз больше антибиотиков, чем исходные формы. Мутации получены в СССР С. И. Алиханяном и его сотрудниками. Было применено комбинированное воздействие ультрафиолетовыми и рентгеновыми лучами и этиленимином.

Триплоидная сахарная свекла. Посредством колхицина была получена тетраплоидная сахарная свекла. Затем она скрещивалась с диплоидной и получалась триплоидная. Триплоидная сахарная свекла превышает общесоюзный стандарт по сбору сахара на 15—20% и, кроме того, устойчива к церкоспорозу. Поскольку она стерильна, постольку необходимо ежегодно получать семена путем скрещивания тетраплоидной и диплоидной сахарной свеклы. Работы по получению первых триплоидов сахарной свеклы в СССР были проведены советскими генетиками А. Н. Лутковым (в Сибирском отделении Академии наук СССР в 1958—1960 гг.) и В. П. Зосимовичем (в Киеве). Триплоидная сахарная свекла вытесняет ранее высевавшиеся диплоидные сорта в Италии, Дании, США, Голландии, ГДР, Венгрии, Чехословакии, Польше, Японии. В Англии все свекловодство переведено на триплоидную свеклу.

Полиплоидная мята перечная «Прилукская 6». Дает выход эфирного масла на 150% больше, чем исходная, диплоидная. Успешно прошла государственное сортоиспытание. Оказалась более зимостойкой и устойчивой против ржавчины, чем исходная форма. На Украине уже занимает более 70% посевной площади. Выведена посредством колхицина советским генетиком А. Н. Лутковым; кроме того, выведена Т. В. Готовым. Выведена также в ГДР, где содержит на 100% больше эфирного масла.

Тетраплоидная гречиха «Тетра-Большевик». Проходит государственное сортоиспытание, иногда значительно превосходя по урожайности обычную гречиху. По сравнению с обычной, диплоидной, гречихой более устойчива против полегания, имеет меньшую осыпаемость зерна, более холодостойкая, содержит много рутина в соцветиях и листьях, больше вырабатывает нектара для пчел. Выведена в СССР посредством колхицина в 40-х годах В. В. Сахаровым, С. Л. Фроловой и В. В. Мансуровой. Кроме того, В. Е. Писаревым выведена еще тетраплоидная гречиха — «Тетра-Крупноплодная».

Полиплоиды табака и их межвидовые гибриды. Обнаружили иммунитет к заболеваниям мучнистой росой и табачной мозаикой. Районируются как лучшие сорта в Казахстане и Узбекистане и занимают там уже более 70% площади, занятой табаком. Выведены в СССР М. Ф. Терновским.

Мутация пшеницы. Урожайнее стандарта на 20—30% имеет неполегающую солому. Выведена в Институте химической физики Академии наук СССР. Кроме того, А. Р. Жебраком при межвидовой гибридизации пшеницы выведено 17 аллополиплоидных гибридов, являющихся ценным материалом для дальнейшей селекции. По полиплоидии пшеницы также успешно работает П. М. Жуковский.

Полиплоидная рожь. На рис. 356 и 357 представлены колосья и зерно озимой ржи «Вятка московская полиплоидная». Ведется селекционная работа с целью повысить озерненность колосьев. В СССР работы ведутся с 1936 г. Л. П. Бреславец (посредством рентгеновых лучей и колхицина) и с 1956 г. Н. В. Цициным и М. А. Махалиным (посредством колхицина) в Главном ботаническом саду Академии наук СССР. Тетраплоидная Петкуская рожь, дающая урожай, превосходящий на 30% урожай диплоидной ржи, распространяется в ГДР, Швеции, Дании, Финляндии, Швейцарии, Голландии, Австрии, Испании.

Триплоидный арбуз. Метод получения его аналогичен описанному выше методу получения триплоидной сахарной свеклы. Триплоидный арбуз дает на единицу площади 59С,2 кг плодов, тогда как исходные формы — тетраплоидный и диплоидный арбузы — давали соответственно 155,6 и 253,7 кг. Триплоидный высокоурожайный арбуз был более устойчивым к заболеваниям и, естественно, был бессеменным. Получен в Японии.

Мутация помидора. Урожайнее исходной формы на 40%, созревает на 4 недели раньше, устойчивее к фитофторе. Выведена в Институте биофизики Академии наук СССР посредством воздействия этиленимином и дисульфатом.

Мутация мака снотворного. Выход морфина в несколько раз больше, чем у исходной формы. Выведена В. С. Андреевым (посредством колхицина) в Институте биофизики Академии наук СССР.

Еще в 1941 г. Е. Н. Волотов получил тетраплоидный мак, который содержал вдвое больше морфина, чем исходная форма.

Тетраплоидные ромашки (из рода *Chrysanthemum*) содержат вдвое больше пиретрина, чем исходные диплоиды. Выведены в СССР в 1941 г. В. В. Хвостовой и С. Ю. Гольдат. Кроме этого, В. В. Сахаровым выведены триплоидные и тетраплоидные кавказские ромашки из рода *Rugelium* (см. рис. 355).

Тетраплоиды и триплоиды кок-сагыза. Были значительно крупнее своих исходных, диплоидных форм. Выведены в СССР В. А. Поддубной-Арнольди, М. С. Навашиным, К. Н. Герасимовой, А. Ф. Чередниченко и др.

Воздействием тепловым шоком на неоплодотворенные яйца тутового шелкопряда советский генетик Б. Л. Астауров получил в потомстве исключительно самок. Воздействием ионизирующей радиацией на неоплодотворенные яйца тутового шелкопряда и затем тепловым шоком на свежее оплодотворенные яйца тот же исследователь получил в потомстве только самцов. Таким образом, открывается возможность посредством мутирования регулировать пол у шелкопряда, что имеет

большое практическое значение, так как самцы дают на 25—30% больше шелка, чем самки.

Интересно и важно заметить, что мутагенные факторы являются эффективными как для животных, так и для растений, микроорганизмов и вирусов.

У человека многие наследственные болезни появились в результате мутации.

Радиационная генетика

Ионизирующим называется такое излучение, которое способно вызывать в поглощающей его среде появление ионов. Это: 1) электромагнитные излучения, а именно гамма-лучи и рентгеновы лучи; 2) излучения ядерных частиц, а именно электроны, протоны, нейтроны, дейтроны и альфа-частицы. Эти излучения являются излучениями с высокой энергией.

Излучение, проникая в клетку, вызывает ионизацию в молекулах ее белков, хромосом, воды и других компонентов клетки; биологические структуры клетки патологически изменяются. Возникает лучевое, или радиационное, поражение. Дозы излучения, необходимые для изменения цитоплазматических структур, в 100 000 раз больше доз, изменяющих ядерные структуры.

После проникновения в глубину организма ионизирующих излучений в его клетках происходят физико-химические изменения — поражаются ядерные и цитоплазматические структуры клеток, вследствие чего тормозится и нарушается процесс деления клеток и деятельности тканей, поражаются нуклеопротеиды хромосом, получаются мутации. Заболевает не только пораженный организм, но болезнь может передаваться и следующим поколениям.

Ионизирующие излучения вызывают мутации у животных, а также у человека, растений, бактерий и вирусов. Для изменения клеточных структур требуется очень немного энергии. Смертельной дозой ионизирующего облучения для человека является 600 р, для мыши — 900 р, для амёбы — 100 000 р, для некоторых видов бактерий — несколько сотен тысяч рентгенов. Н. В. Тимофеев-Рессовский установил, что генетический эффект не зависит от того, было ли облучение непрерывным или производилось по частям.

В последние годы больше всего используются как мутагенные факторы гамма-лучи и нейтроны. Гамма-лучи обычно получают от радиоактивного кобальта (Co^{60}). Нейтроны получают в ядерных реакторах (реакция деления урана) и на циклотронных установках. Радиоактивные изотопы, например цезий-137, фосфор-32, сера-35, тритий-3, стронций-90, также являются мутагенными факторами. Радиоактивные изотопы могут действовать на организм путем внешнего облучения и, после попадания внутрь организма, путем внедрения в клетку. Оказывается, при внедрении радиоактивного изотопа внутрь клетки получается в несколько раз больше мутаций, чем при внешнем облучении в такой же дозе. Замечено, что воздействие нейтронами на клетку приводит к возникновению большого количества хромосомных перестроек, полиплоидных

и гаплоидных клеток и относительно малого количества точковых мутаций. Хромосомные перестройки часто приводят к летальным (вызывающим гибель организма) мутациям.

У высших растений облучают обычно семена, почки, пыльцу.

В последнее время в селекции (ГДР, Швеция, Канада, США) путем вызывания мутаций посредством понижающего облучения получены иммунные, с увеличенным колосом, неполегающие и другие ценные новые формы пшеницы, ячменя, овса, гороха, сои, фасоли, клевера, фитофтороустойчивого картофеля, штамбовые формы томатов и другие практически полезные мутации. В селекции появился новый раздел — радиационная селекция, в котором изучаются методы получения мутаций посредством ионизирующих излучений.

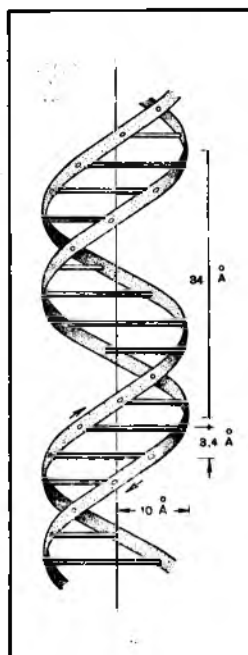
Радиоактивность среды, в которой живет человек, имеет большое значение для здоровой его наследственности. Повышение понижающей радиации в среде, даже на долю рентгена, может привести к появлению мутаций, тяжелых наследственных болезней. Советский генетик академик Н. П. Дубинин, всемирно известный своими работами по радиационной генетике, доказал, что фон естественной радиации, соответствующий 10 р, уже является опасным для человечества. В 1959 г. Научный комитет ООН по предложению советской делегации установил, что доза в 10 р является опасной и недопустимой. В настоящее время — в век роста использования атомной энергии в мирных целях и космических полетов — ясно первоочередное значение проблемы поражающего действия на организм ионизирующей радиации и путей защиты организма.

Ионизирующее излучение задерживает деление клетки человека. В культуре тканей человека весь митоз протекает в течение 18—20 часов. При действии же ионизирующего излучения в 25—100 р митоз протекает в течение 70 часов. Недавно советские ученые В. В. Мансурова, В. В. Сахаров и В. В. Хвостова показали, что полиплоидные растения значительно устойчивее диплоидных по отношению к повреждающему клетку воздействию лучистой энергии.

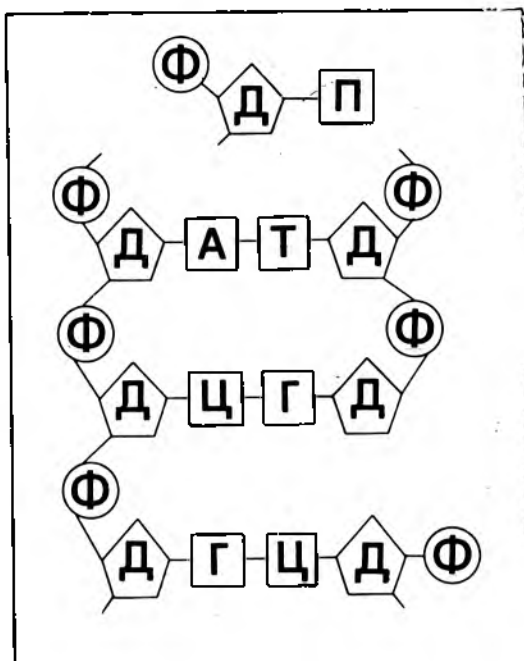
Ген в современном понимании

Мендель, предлагая термин «наследственный задаток», представлял себе задаток как отвлеченное понятие, как воображаемую единицу наследственности. С введением понятия гена (Йогансен, 1909) и по мере выяснения роли хромосом в процессе передачи наследственных признаков понятие гена стало связываться с определенными местами (точками) в хромосомах. Отвлеченное понятие гена стало материализоваться. Хромосомы с воображаемыми расположенными вдоль их оси генами стали материальными носителями наследственности. Новые открытия в цитогенетике все больше подтверждали хромосомную теорию наследственности и понимание гена как сложной функционирующей системы, как системы, вырабатывающей ферменты и посредством их определяющей развитие признаков организма. Бьяснилось, что ген состоит из це-

359. Предполагаемое строение молекулы ДНК (схема).



360. Строение нуклеотида (вверху) и участка двойной цепи ДНК (схема).



**ДНК —
материальный
носитель
наследственности**

**Структура
и состав ДНК**

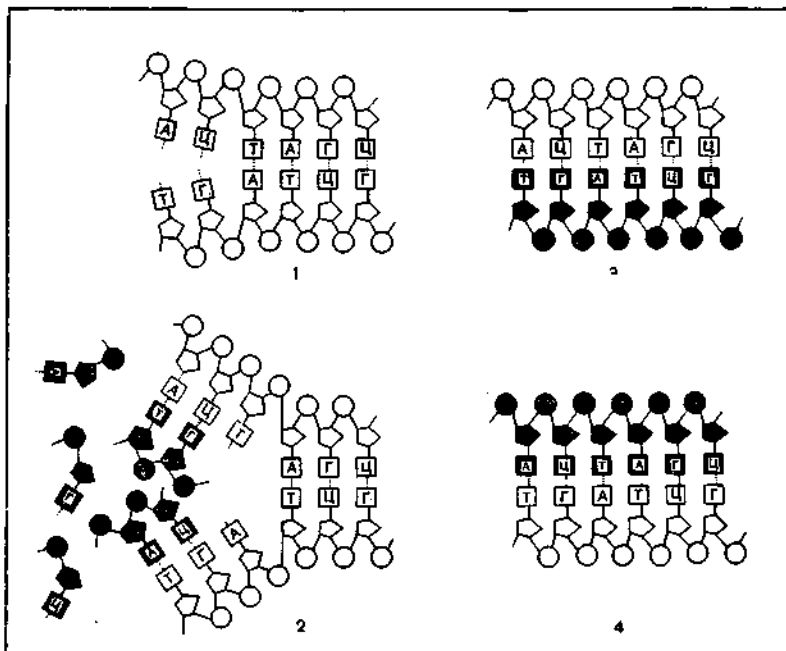
лой серии единиц, способных мутировать и таким образом давать серию разных состояний гена (множественный аллелизм), а также способных давать перекрест.

Современные исследования цитогенетиков и биохимиков на молекулярном уровне позволяют связать гены с макромолекулой ДНК, рассматривать ДНК как материальный носитель наследственности. Это доказывается следующими опытами. Было взято два различных штамма бактерий. Из убитых бактерий первого штамма получили чистую ДНК. Эту ДНК перенесли во второй штамм живых бактерий и размножающиеся бактерии второго штамма приобрели свойства убитых бактерий первого штамма. Следовательно, переносчиком наследственности была ДНК.

Макромолекула дезоксирибонуклеиновой кислоты — ДНК — представляется в виде двух спиральных, обвивающих друг друга и связанных друг с другом полинуклеотидных цепей. Строение молекулы ДНК открыли в 1953 г. английский ученый Крик и американский ученый Уотсон (рис. 359). Макромолекула ДНК имеет линейную структуру и молекулярный вес, равный 4—16 млн. и более. Макромолекула ДНК состоит из чередующихся нуклеотидов. Насчитывается до 200 000 пар нуклеотидов в молекуле ДНК и около 1 млрд. в теле человека. В состав каждого нуклеотида входит: 1) пуриновое (аденин или гуанин) или пиримидиновое (тимин или цитозин) основание, 2) дезоксирибоза и 3) фосфатный остаток (рис. 360). Молекулы ДНК отличаются друг от друга разнообразными количествами и последовательностями нуклеотидов в их цепях, т. е. разнообразными количествами и последовательностями пуриновых и пиримидиновых оснований в них. Количество и порядок следования пар нуклеотидов в двойной спирали ДНК характерен для ге-

361. Предполагаемый механизм удвоения молекулы ДНК (схема).

1 — разрыв двойной цепи молекулы в местах водородных связей;
2 — построение каждой цепи около себя второй цепи (зарисованной черным цветом);
3, 4 — образовавшиеся две молекулы ДНК.



Редупликация молекул ДНК

ДНК, РНК и синтез белков

нотипа данного вида животного или растения, или микроорганизма. Разнообразие структур ДНК определяет разнообразие генотипов, разнообразие наследственной информации. Советский генетик Н. П. Дубинин подсчитал, что только при 100 нуклеотидах разнообразие молекул ДНК будет больше, чем число атомов во всей солнечной системе.

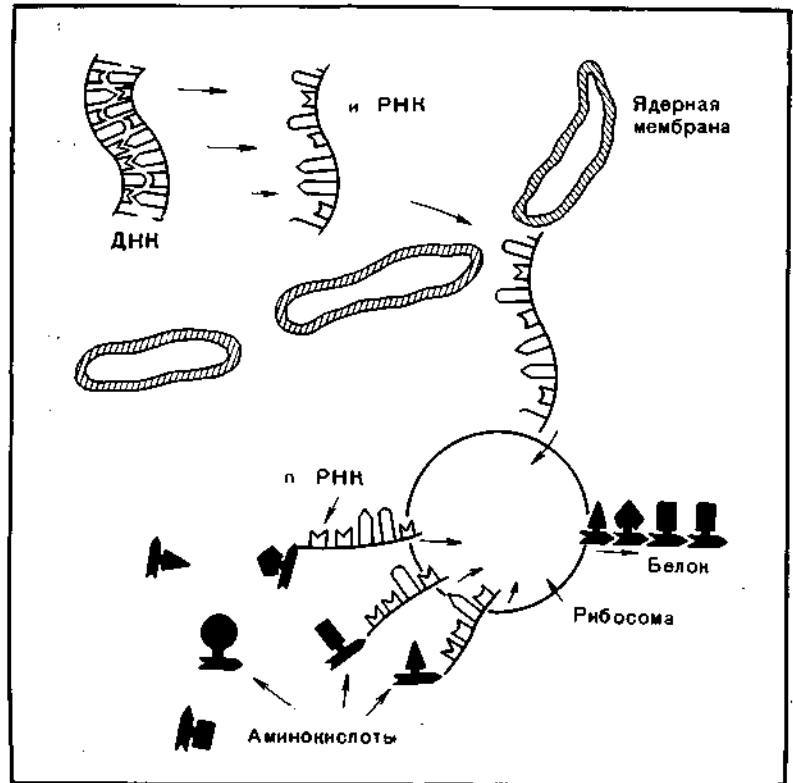
Молекула ДНК способна редуплицироваться следующим образом: происходит разрыв водородных связей, соединяющих пуриновые и пиримидиновые основания двух цепей (аденин с тиминном и гуанин с цитозином); образовавшиеся одиночные цепи (моноспираль) строят около себя из элементов кариоплазмы недостающие цепи, в результате чего образуются две молекулы ДНК (рис. 361), тождественные исходной молекуле. Таким образом, специфичность ДНК для данного организма сохраняется.

Белки данного организма синтезируются в цитоплазме посредством ДНК следующим образом: сначала в ядре по моноспираль ДНК строится РНК, воспринимающая информацию (заключающуюся в строгом количестве и последовательности нуклеотидов), затем одиночная цепь РНК («информационная РНК», или «РНК-посредник») выходит через поры в ядерной оболочке из ядра и направляется к рибосоме, неся с собой полученную информацию и являясь в рибосоме матрицей («матричная РНК», или «рибосомная РНК») для синтеза молекулы белка из соответствующих аминокислот.

Соответствующие же аминокислоты выбираются в цитоплазме и переносятся в рибосому особой разновидностью РНК («РНК-переносчик» или «транспортная РНК»), имеющей сравнительно низкий молекулярный вес (рис. 362). В рибосоме происходит синтез белковой молекулы в строгом соответствии с принесенной РНК информацией. Таким образом, строго сохраняется специфичность белка для данного организма, выражающаяся в строгом

362. Предполагаемый механизм синтеза белковой молекулы (схема).

ДНК — участок молекулы ДНК в ядре;
 и — РНК — участок молекулы информационной РНК в ядре; в рибосоме синтезируются белковые молекулы из аминокислот (зарисованных черным цветом).



количестве и последовательности аминокислот в полипептидной цепи белка. Необходимая в процессе синтеза белка энергия получается за счет расщепления АТФ (см. стр. 36).

По общему количеству и последовательности расположения аминокислот в полипептидной цепочке белка можно иметь практически бесконечное множество разнообразных белков. Разные белки строго специфичны различным организмам. Бесчисленное разнообразие белков дает возможность существовать бесконечному разнообразию организмов, имеющих свои специфичные белки и воспринимающих их по наследству при делении клеток.

Строгая специфичность белков обеспечивается строгой специфичностью ДНК и способностью ее сохранять эту специфичность при размножении, т. е. передавать информацию. Таким образом, ДНК управляет развитием определенных признаков организма, т. е. выполняет роль, приписывавшуюся генам. Есть основания полагать, что целый ряд смежных пар нуклеотидов в молекуле ДНК соответствует гену. Таким образом, сам ген имеет сложную структуру.

**Специфичность
 ДНК и белков**

Генетика и селекция

Наука селекция разрабатывает методы выведения новых, лучших, а также улучшения старых сортов растений и пород животных. Генетика является теоретической основой селекции. Выше излагались генетические закономерности, которые

ми пользуется селекция для получения новых, улучшенных сортов. Это законы близких и отдаленных скрещиваний, законы экспериментального мутирования и др. Самым древним и самым распространенным методом в селекции является отбор (см. *Искусственный отбор*).

Главные разновидности отбора — массовый и индивидуальный.

Массовый отбор

Массовый отбор производится по внешним признакам организма (по фенотипу) среди массы потомков. Массовым отбором пользовались издавна и выводили (народная селекция) местные сорта, например гречиха «Богатырь», пшеницы: «Кубанка», «Полтавка», «Гирка», подсолнечник «Зеленка», арбуз «Мурашка».

Индивидуальный отбор

Индивидуальный отбор производится по признакам потомков (по генотипу) одного индивидуума в ряду поколений. Индивидуальный отбор является главным методом в селекции. Его обычно проводят на «провокационном фоне», например испытывают засухоустойчивость в ряду поколений, высевая все испытываемые растения в засушливых условиях, или испытывают потомков на морозостойкость, выращивая их в условиях низких температур. Путем индивидуального отбора советским селекционером А. А. Сапегиным выведен, например, такой сорт озимой пшеницы, как «Кооператорка».

Отбор обычно повторяется ежегодно в течение нескольких лет. Это многократный отбор. Растения, размножающиеся вегетативно, отбираются один раз. Это однократный отбор. В таких случаях достаточно одного отбора, и отобранное растение, размножаясь вегетативно, дает потомство однородное, похожее на исходную форму, как это обычно бывает при вегетативном размножении.

Гибридизация

Гибридизация является очень распространенным методом в селекции. И. В. Мичуринным путем скрещивания отдаленных географических форм было создано много новых замечательных сортов плодовых и ягодных растений, например яблоня «Бельфлер-китайка», груша «Бере зимняя Мичурина», вишня «Идеал».

Сущность методики Мичурина по выведению новых сортов растений заключалась в гибридизации, воспитании и отборе.

Советскими селекционерами посредством гибридизации создано много замечательных сортов зерновых растений. С помощью межсортных скрещиваний выведены такие сорта яровой пшеницы, как «Лютесценс 758» (А. П. Шехурдин), «Московская» (В. Е. Писарев), такие лучшие в мире сорта озимых пшениц, как «Безостая-1» (П. П. Лукьяненко), «Мионовская-808» (В. Н. Ремесло) и др., посредством межвидовых скрещиваний — пшенично-пырейные гибриды.

Общеизвестны замечательные работы селекционеров в области животноводства. Уже давно народная селекция дала замечательные отечественные породы крупного рогатого скота — Ярославскую, Холмогорскую и др., овец — Романовскую, Каракульскую и др. Отдельными заводчиками была выведена пользующаяся мировой известностью Орловская порода рысистых лошадей. В 20-е годы текущего столетия М. Ф. Иванов вывел «Украинскую степную белую свинью» и «Асканийскую овцу», в 20—40-х годах племенной совхоз «Караваново» в Костромской области вывел замечательную Костромскую породу крупного рогатого скота.

Генетика и медицина

Роль генетики в медицине огромна.

Медицинская генетика разрабатывает пути борьбы с наследственными болезнями. Изучение этих заболеваний все больше и больше развивается и открывает богатые перспективы, вплоть до облегчения или даже излечения человека от той или иной наследственной болезни. Например, возникающее вследствие мутации наследственное заболевание фенилкетонурии обусловливается накоплением в организме избытка фенилаланина в результате задержки синтеза тирозина из фенилаланина. Болезнь выражается в умственной недоразвитости детей. Достаточно удалить из пищи таких детей фенилаланин, чтобы вернуть их к нормальному умственному развитию.

В настоящее время во всем мире насчитываются миллионы людей, страдающих наследственными болезнями. Это эпилепсия и шизофрения, гемофилия и некоторые виды малокровия, бесплодие, дальтонизм, кретинизм и идиотия, глухонемота, коротконосость, мышечная атрофия и, наконец, наследственная смертность и др. Всего в литературе описано уже более 500 наследственных болезней человека, причем 100 из них являются широко распространенными. Приблизительно у 10% рождающихся детей имеется какое-либо наследственное заболевание.

Нарушения нормального мейоза, вследствие которых получаются ненормальные расхождения хромосом к полюсам, ведут к образованию ненормальных гамет. То образуются гаметы с одной лишней хромосомой (вследствие нерасхождения пары гомологичных хромосом) и в таком случае образуются и гаметы с одной недостающей хромосомой, то образуются гаметы с укороченной (нехватка) хромосомой и т. п. Участие таких гамет в оплодотворении приводит к образованию ненормальных организмов.

Многие наследственные заболевания непосредственно связаны с нарушениями в хромосомном аппарате или в теле той или иной отдельной хромосомы. Так, если у человека в 21-й паре его гомологичных хромосом вдруг появится третья хромосома (трисомия), человек будет страдать наследственной болезнью — синдромом Дауна — самой частой формой идиотии, выражающейся в полном слабоумии, общей вялости, врожденном пороке сердца, в узких щелях глаз, расщепленном носе, толстом неповоротливом языке. Около 0,15% младенцев рождаются с синдромом Дауна. Большинство из них вследствие неустойчивости к инфекционным заболеваниям умирает. Поэтому синдром Дауна среди взрослого населения встречается редко. Мужчины с синдромом Дауна бесплодны, а женщины лишь изредка плодовиты и передают по наследству эту болезнь половине потомства.

Увеличение количества половых хромосом у женщин (XXX вместо XX, т. е. «трисомия-X»), как обнаружили английские генетики в 1959 г., ведет к бесплодию (недоразвитию личинок), инфантильному развитию женских половых органов и слабоумию. Однако известны случаи, когда женщины с «трисомией-X» были нормальными.

У мужчин подобное явление (XXY, реже XXXY и XXXXY вместо XY) ведет к синдрому Кляйнфельтера, выражающемуся в атрофии семенников, длинных конечностях, высоком росте, ожирении, морщинистой, желтоватой коже лица, слабо

выраженных вторичных половых признаках и умственной отсталости.

В 1959 г. в Англии и США обнаружено, что уменьшение числа половых хромосом у женщин (ХО вместо XX) приводит к синдрому Шерешевского-Тернера, выражающемуся в недоразвитии яичников, бесплодии, низком росте, короткой шее, воронкообразной груди, слиянии позвонков и умственной отсталости. Эта болезнь впервые была описана в СССР в 1925 г. Н. А. Шерешевским.

В. П. Эфроимсон считает, что «в СССР несколько сотен тысяч человек пожизненно страдает одной из трех болезней, вызываемых ненормальным набором половых хромосом»¹.

Изменение какого-нибудь гена в половой хромосоме человека ведет к изменению обусловленного этим геном признака и всегда этот измененный признак будет сцеплен с полом, так как ген находится в половой хромосоме. Это, например, гемофилия и дальтонизм. Таких сцепленных с полом заболеваний человека известно уже более 70.

Известны также организмы, у которых ткани разнятся по хромосомному набору, например наряду с клетками, содержащими лишнюю половую хромосому, существуют клетки с недостающей половой хромосомой. Такие организмы обычно оказываются гермафродитами.

В настоящее время генетика тесно связана с педиатрией, геронтологией, неврологией, офтальмологией, эндокринологией и другими медицинскими дисциплинами.

Возможны, и начинают развиваться, медико-генетические консультации, которые могут предупредить рождение детей у лиц с наследственными аномалиями, причем надо иметь в виду, что весьма часты случаи, когда неполноценные дети рождаются от здоровых родителей, являющихся гетерозиготными носителями одинаковых рецессивных генов той или иной аномалии. Поэтому чрезвычайно важна разработка методов раскрытия гетерозиготности человека по тем или иным рецессивным аномалиям.

Есть все основания полагать, что генетика в недалеком будущем расшифрует генетический код в хромосомах человека и сумеет предупреждать его наследственные болезни.

■ ¹ В. П. Эфроимсон. Введение в медицинскую генетику. М., 1964, стр. 295.

**Элементы
экологии,
фитоценологии
и географии
растений**

9

Элементы экологии

Экологией называется наука, изучающая взаимозависимость растений и окружающей их среды. Как среда влияет на растение (например, влияние почвы, климата), так и растения могут влиять на среду (например, влияние леса на климат).

Эволюция каждого растения — его изменчивость, борьба за существование, естественный отбор — происходила в определенных условиях среды, и потому каждое растение приспособлено к этим условиям, к среде, т. е. к совокупности экологических факторов. Растения одного и того же генотипа, живущие в разных экологических условиях и приспособляющиеся к ним, различаются друг от друга теми или другими признаками, поэтому внутри вида можно различать **эко типы**.

Экологические факторы подразделяются на: 1) климатические, 2) эдафические (почва), 3) геоморфологические (рельеф местности), 4) биотические (влияние окружающих организмов), 5) антропогенные (влияние человека).

Климатические факторы

Под климатическими влияниями на растение понимается влияние воды, тепла, света, воздуха.

Вода

Воду растение получает из почвы и воздуха (мхи и лишайники поглощают воду из атмосферы). Для получения воды из почвы растение развивает густую сеть мелких корней.

Количество атмосферных осадков сильно варьирует — от нескольких миллиметров (в пустыне) до 14 000 мм (в некоторых экваториальных странах) в год. Количество осадков (дождь, снег и др.) принято измерять толщиной слоя воды, образованного ими. В течение года осадки выпадают различно — то равномерно в течение всего года, то дождливые месяцы сменяются засушливыми. Обычно на длительный засушливый период деревья сбрасывают листья (как на зиму).

В местностях с засушливым летом и влажной весной развились растения, успевающие быстро зацвести и дать плоды весной, заканчивающие весь свой вегетационный период до засушливого лета; такие растения называются **эфемерами**. Примерами эфемеров могут быть некоторые виды вероники, проломника, веснянки, бурачек маленький и другие обитатели степей и пустынь. От однолетних эфемеров отличают многолетние эфемероиды. Это виды тюльпанов, безвременников, гусиных луков, крокусов, мятлик луковичный и др. Большую часть года они проводят в виде подземных луковиц, корневищ.

В засушливых местностях развились растения с водозапасной тканью и с листьями, превратившимися в колючки (например, кактусы), или с водозапасной тканью в листьях (например, агавы, алоэ, очитки); такие растения называются **суккулентами**. У дрока в засушливых условиях вместо побегов развиваются колючки (см. рис. 123).

По своему отношению к влаге растения делятся на следующие четыре биоморфологических типа: 1) гидрофиты —

Тепло

растения, обитающие в водной среде, например белая кувшинка или элодея; 2) гигрофиты — растения, обитающие в очень влажных условиях, например ароидные, многие осоки, из культурных — рис; 3) мезофиты — растения, обитающие в условиях среднего увлажнения, например возделываемые культурные растения, и большинство растений лугов; 4) ксерофиты — растения, обитающие в засушливых условиях, например виды ковыля, полыни, верблюжьей колючки, саксаула — обитатели степей и пустынь.

Рост и развитие растения протекают при определенной температуре, причем для разных видов растений необходимы различные температурные условия.

Сухие семена растений выдерживают сильные морозы. Споры бактерий переносят низкие температуры — до -190° в течение длительного времени. Многолетние растения приспособились переносить морозы, то сильно повышая концентрацию растворимых углеводов в клеточном соке, то защищаясь от резких смен температур коркой и пробкой, то сбрасывая на зиму листья, то безболезненно промерзая насквозь. Некоторые травянистые многолетние виды хорошо сохраняют листья и бутоны в течение зимы (зимнезеленые растения). Примером морозоустойчивых травянистых растений могут быть аюгиты тляки, желтушник левкойный, мокрица, морозник.

В зоне вечной мерзлоты (на севере Европы, Азии и Америки) микробы диатомовые и синезеленые водоросли, гифы грибов, протонемы мхов тысячелетия пробыли в земле в замороженном состоянии и могли быть возвращены к жизни путем постепенного отогревания. Подобные явления анабиоза известны и среди насекомых (например, у бабочки-крапивницы) и среди других животных (например, у тритона).

Высокую температуру легче всего переносят споры, семена и почки. Многие споры выдерживают кипячение в течение получаса. В жаркое и сухое время, например в пустынях, растения выпадают в состояние покоя, из которого выходят при наступлении благоприятных для жизни условий. Верблюжья колючка переносит нагревание до 70° . В горячих источниках, температура воды которых доходит до 90° , живут некоторые виды водорослей.

Свет

Свет вообще необходим растению для фотосинтеза. По своему отношению к свету растения делятся на светолюбивые и теневыносливые. Как пример светолюбивых растений могут быть названы береза, сосна. Возделываемые, культурные растения относятся к светолюбивым. Примером теневыносливых растений могут быть бук, ель, пихта, ландыш, копытень, многие папоротники и мхи.

Растения, выросшие на свету, отличаются от растений, выросших в тени. Эти отличия бывают и анатомического, и морфологического характера (на свету — приземистый стебель, гуще листья, лучше развиты механические ткани).

Рост и развитие растения протекают при определенной длительности дня, причем разные виды растений приспособились к разной длительности дня (см. стр. 154).

Воздух

Состав воздуха и ветер, так же как вода, тепло и свет, оказывают на растение сильное влияние. Воздух содержит углекислоту (0,03% по объему), которой питаются зеленые растения. В воздухе лиственных лесов вследствие дыхания почвенных бактерий количество углекислоты повышено, и это положительно отражается на развитии травянистого

покрова. В воздухе иногда (вблизи химических предприятий, в крупных городах и т. п.) имеются примеси ядовитых газов (сернистый ангидрид и др.), что пагубно сказывается на растениях. Наиболее чувствительными к загрязнению воздуха являются ель, лишайники и некоторые другие растения, наиболее стойкими — туя, можжевельник, тополь и др.

Движение воздуха, т. е. ветер, увеличивает транспирацию. Сильный ветер вызывает механические повреждения растений. Многие виды растений путем естественного отбора выработали различные приспособления, чтобы ослабить вредное влияние ветра. Так, у некоторых видов растений на листьях имеется покров из густых длинных волосков (например, у коровяка); у некоторых видов растений выработалась многослойная эпидерма, покрытая восковым налетом, и т. п. Эти признаки приспособления особенно характерны для растений-ксерофитов.

Почва

Почвой называется поверхностный слой земной коры, измененный под влиянием климатических условий, микроорганизмов, растений, животных, человека.

Влияние почвы и подпочвы (почвенные, или эдафические факторы) на растение следует рассматривать с двух сторон — со стороны их химического состава и со стороны их физических свойств.

Реакция почвы

Почвы делятся на кислые (концентрация водородных ионов, т. е. pH меньше 7), нейтральные ($pH=7$) и щелочные (pH больше 7). Вообще по кислотности почвы варьируют от $pH=3$ до $pH=11$. Различные виды растений приспособились к почвам разной кислотности. Так, наиболее благоприятными для большинства растений являются слабокислые и нейтральные почвы. Резко кислую эдафическую среду с немногими видами приспособленных к ней растений представляют торфяники (сфагновые) с $pH=4,5-3,5$.

Химический состав

Химический состав почвы, т. е. наличие или недостаток тех или иных минеральных солей, а также тех или иных микроэлементов (Mn, Co, Cu и др.), имеет громадное значение для жизни растений. Определенные виды растений обычно связаны с определенным химическим составом почв, поэтому многие растения являются индикаторами, т. е. показателями почв.

Так, имеются виды растений, требовательные к наличию кальция в почве (кальцефилы — многие степные виды) и, наоборот, избегающие почв, богатых кальцием (кальцефобы — многие виды лесных и болотных почв).

Существуют виды растений, приспособившиеся к жизни на засоленных почвах (на солончаках); их называют галофитами. Примером галофитов может быть солерос.

Микроэлементы необходимы растению в ничтожных количествах, однако часто отсутствие какого-либо микроэлемента приводит к заметным патологическим явлениям. Например, отсутствие бора вызывает отмирание точки роста у сахарной свеклы, отсутствие цинка или марганца тормозит рост растений и т. п.

Микроэлемент йод не имеет заметного значения для жизни растения, но играет огромную роль в жизни человека и животных. Отсутствие или недостаточность йода в почве и воде, что обычно наблюдается в горах (Индия, Китай, Швейцария,

США, Западная Украина и др.), приводит к отсутствию или недостаточности йода в растениях, а потому и в организме человека и животных. Недостаточность йода в организме человека вызывает заболевание щитовидной железы — эндемический зоб.

Структура почв

Русскими учеными В. В. Докучаевым (1846—1903), П. А. Костычевым (1845—1895) и Д. Н. Прянишниковым (1865—1948) разработано учение о плодородии почв. Доказано, что наиболее плодородной является почва, имеющая комковатую структуру, т. е. состоящая из комочков, в которые склеены органическим веществом мелкие минеральные частицы. Такие почвы называются **структурными**. Они способны удерживать максимальное количество влаги, пропуская избыток ее (при осадках) по ходам между комочками в подпочву и не допуская избыточного увлажнения. Они лучше обеспечивают растение водой при засухе, давая возможность воде подниматься от комочка к комочку по мелким капиллярам из глубоких увлажненных слоев; они позволяют воздуху распространяться между комочками, поддерживать дыхание корней и почвенных бактерий. Наоборот, наименее плодородной является почва распыленная, утратившая комковатую структуру. Такие почвы называются **бесструктурными**. Они плохо удерживают воду, плохо подают ее из глубоких слоев и пересыхают. Поверхность этих почв после дождя покрывается коркой, не пропускающей в почву воздуха.

Комковатая структура почвы, ее плодородие могут быть поддержаны или восстановлены посредством интенсивной системы земледелия (систематического удобрения почвы навозом, введения правильного плодосмена, посева бобовых растений и другими агротехническими мероприятиями).

Эрозия почв

Бесструктурные почвы легко подвергаются **эрозии**, т. е. разрушению водой. К этой эрозии обычно присоединяется разрушение почвы ветром. Талые и ливневые воды сносят поверхностный слой почвы, наиболее богатый перегноем. Почва лишается самой ценной составной части, обуславливавшей урожай сельскохозяйственных культур. При смыве перегнойного (гумусового) горизонта на 50—75% урожай зерновых культур снижается в 2—4 раза. Летом во время суховея и пыльных бурь сдуваются и уносятся ветром большие массы верхнего, наиболее плодородного слоя почвы.

В США около 428 млн. га поражены эрозией, причем на площади 45 млн. га почва снесена полностью. Угрожающих размеров достигла эрозия в Канаде, странах Средиземного моря, Южной Африке, Индии, Пакистане, Австралии, Северо-Западном Китае.

В СССР эрозия почвы наблюдается в центральных черноземных областях, Поволжье, на Правобережной Украине и в предгорных районах. В Европейской части СССР около 11 млн. га потеряли примерно 50% перегнойного горизонта почвы. В СССР ведется энергичная борьба с эрозией почвы.

В. В. Докучаев выдвинул идею **полезащитного лесоразведения** как средства борьбы с эрозией и засухами в засушливых степях. На юге и юго-востоке Европейской части СССР в былые времена периодически наступали засухи, приводившие к неурожаю и голоду. Известны засухи и голод в 1891—1892, в 1921—1922 гг. и др. Посадка **полезащитных** лесных полос, леса, устройство водохранилищ положили конец этому страшному прошлому.

Механический состав почв

Полезащитные лесные полосы уменьшают силу ветра и тем самым иссушение и эрозию почвы, задерживают снег, не давая ему, как это бывает в полях, быстро растаять и сбежать по еще неоттаявшей почве в овраги и реки. Таким образом, лесные полосы изменяют микроклимат засушливых степей с их суховеями, создают условия для повышения и устойчивости урожая сельскохозяйственных культур.

Физическое состояние почвы имеет большое значение для растений. По механическому составу, т. е. по размерам почвенных частиц, различают следующие почвы: песчаные (имеющие самые крупные почвенные частицы), супесчаные, или супеси, суглинистые, или суглинки, и глинистые (имеющие самые мелкие почвенные частицы). Только некоторые виды растений, приспособившиеся в процессе эволюции, могут жить на песках и даже выносить засыпание песком, например песчаный овес, пырей пушистоцветковый, песчаная акация. Их называют псаммофитами.

Рельеф местности

Рельеф местности оказывает большое влияние на растения. Некоторые виды растений живут только на открытых возвышенных местах, другие — преимущественно в долинах или на склонах. Различают макрорельеф (например, горные хребты), микрорельеф (например, мелкие неровности на склонах долин, торфяные бугры и т. п.) и мезорельеф, занимающий промежуточное положение между макро- и микрорельефом (например, ущелья, холмы и т. п.).

Рельеф является фактором, как бы перераспределяющим другие. Так, на различных склонах (экспозиция), в верхних и нижних его частях, существенно изменяется количество влаги в почве, света, тепла, т. е. создаются различные экологические условия для растений.

Биотические факторы

Окружающая растение живая природа — микроорганизмы, другие растения, животные, — оказывает колоссальное влияние на растение. Это — биотические экологические факторы.

Одни виды растений могут паразитировать в данном растительном организме (например, возбудитель картофельного рака или спорынья), другие — могут жить в симбиозе с данным растительным организмом (например, лишайник, или грибы микоризы, или клубеньковые бактерии), наконец, третьи виды растений могут являться опорой для растений, имеющих слабый стебель (например, деревья, по которым вьется хмель, виноград и т. п.).

Одни виды животных могут паразитировать на данном растении (например, личинки капустницы или яблоневой плодовой моли), другие — питаются растениями, иногда значительно изменяя состав растительности. Травоядные животные при выпасе влияют на растительность, поедая более съедобные растения и оставляя менее съедобные (колючие, горькие, ядовитые и т. п.), удобряя экскрементами почву и меняя утаптыванием ее физическое состояние.

Насекомые производят перекрестное опыление энтомофильных растений, что крайне важно для их полового размножения. В Новой Зеландии клевер, опыляющийся обычно шмелями, не приносит семян только потому, что там нет шмелей.

Многие виды животных способствуют распространению семян и плодов. Например, птицы распространяют семена сочных плодов, многие виды млекопитающих разносят цепляющиеся плоды на своей шерсти, муравьи разносят мелкие семена.

Наконец, необходимо упомянуть о почвообразующей роли дождевых червей, а также роющих и перемешивающих почву кротах, сусликах, сурках и других животных.

Антропогенные факторы

Человек настолько влияет на растительность, что коренным образом изменяет ее на больших территориях. Деятельность человека, выразившаяся в уничтожении лесов, а также в посадке их, в распашке степей и посеве культурных растений, в кошении лугов и подсеве к естественному их травостойу новых видов злаков и бобовых, в осушении болот, орошении пустынь, в борьбе с эрозией почвы и улучшении климата путем посадки полезащитных лесных полос,— вся эта деятельность человека сильно изменила природу огромных территорий земного шара.

Борясь с сорной растительностью, человек препятствует размножению целого ряда видов растений. Открытие химических веществ гербицидов, уничтожающих некоторые виды сорных растений и не причиняющих вреда культурным растениям, приближает победу человека в борьбе с сорняками.

Занимаясь интродукцией, человек обогащает растительность данной местности, вводя новые виды растений, ранее не существовавшие там.

Некоторые виды растений человек продвинул на север, акклиматизировав их в более суровых северных условиях. Например, И. В. Мичурин путем акклиматизации вывел новый сорт «Северный абрикос», произрастающий значительно севернее тех мест, в которых росли раньше абрикосы. В СССР распространены севернее прежних районов возделывания хлопчатник, чайный куст, некоторые сорта плодовых деревьев и др.

Человек, беря растения из дикой природы, вводит их в культуру. Так введено в культуру около 1500 видов растений (не считая почти такого же количества декоративных растений), что, однако, составляет около 1,5% от общего числа известных покрытосеменных растений.

Влияние человека на растительность выражается также в выведении им путем отбора и гибридизации новых растительных форм, не существовавших ранее в природе. Так были выведены новые сорта ракоустойчивого картофеля, болезнестойчивые сорта ячменя и пшеницы, многие новые более ценные формы полевых, плодовых, ягодных и цветочных растений.

Человек настолько значительно и повсеместно изменяет растительность Земли, что возникла необходимость принять специальные меры для сохранения отдельных территорий

с их природой в неприкосновенном, диком виде. Такие территории называются заповедниками. Для примера можно назвать Алтайский заповедник, занимающий 1 млн. га, Кавказский заповедник, в Сочинском и Майкопском районах, расположенный на 350 000 га, степной заповедник Аскания-Нова в Херсонской области, занимающий 38 500 га, заповедник в Карпатах и др.

На растения действует одновременно весь сложный комплекс экологических факторов. У разных видов растений в процессе эволюции вырабатываются сходные формы и приспособления к среде, поэтому появляется возможность объединить их в одной жизненной форме. Например, дуб черешчатый, липа мелколистная, клен остролистный, относящиеся к различным семействам, объединяются в одну жизненную форму по сходству приспособления к среде (теряют листья осенью, образуют многолетние стволы и ветви, зимующие почки защищены чешуями). Таким образом, жизненная форма растений может состоять из многих видов растений, не родственных между собой.

Элементы фитоценологии

Фитоценоз и биоценоз

Те или иные виды растений приспособились в процессе эволюции к определенным экологическим условиям какой-нибудь более или менее однородной местности и живут совместно, завязи друг от друга и образуя так называемые растительные сообщества, или фитоценозы, например лес, ельник-зеленомошник, характеризующийся елью, кустарниками черники и брусники, травами, зелеными мхами, затенением, влажными подзолистыми почвами.

Растения в свою очередь существуют совместно с приспособившимися к данным экологическим условиям животными, образуя биоценоз. В действительности взаимозависимость не ограничивается только растениями и животными, а распространяется значительно шире. Поэтому советский ботаник академик В. Н. Сукачев предложил более широко охватывающее понятие сообщества — биогеоценоз, в который включаются взаимодействующие между собой биоценоз, атмосфера, гидросфера, литосфера (грунт) и почва.

Смены фитоценозов

Фитоценоз не остается все время постоянным, неизменным, — он развивается. Развитие фитоценоза вызывается следующими причинами: 1) изменение почвы вследствие отложения в ней перетгноя; 2) изменение почвы в результате выщелачивания верхних ее горизонтов; 3) изменение в процессе эволюции самих видов, слагающих фитоценоз; 4) изменение климата; 5) изменение уровня грунтовых вод; 6) изменения, вызванные воздействием человека на фитоценоз (распашка, посевы новых видов растений, рубка леса, сенокосение, осушка, орошение и т. п.). Таким образом, фитоценоз изменяется, развивается, одни его формы сменяются другими. Такие смены одних форм фитоценоза другими называются сукцессиями, например превращение водоема в болото или так называемое заторфовывание водоема, или наступление леса на луг (зарастание луга лесом).

Признаки фитоценозов

Различные фитоценозы отличаются прежде всего своим флористическим составом, т. е. видами и растениями, их образующими. В фитоценозе различаются ярусы. Так, в лесу деревья будут составлять верхний, первый, ярус (или несколько верхних ярусов). Кустарники (подлесок) составят второй ярус, травы — третий, мхи и лишайники — четвертый, самый нижний ярус. В южноукраинской степи ковыль будет составлять первый ярус, типчак и тонконог — второй, а мелкие однолетники — самый нижний, третий, ярус. Также можно различать подземные ярусы, образуемые корневыми системами растений фитоценоза. Можно включать в фитоценоз и микроорганизмы, живущие в почве.

В каждом ярусе имеются преобладающие виды растений, которые называют доминантами. Так, в нашем примере ельника-зеленомошника в первом ярусе ель является доминантом. В ковыльной степи доминантом будет ковыль, в ковыльно-типчаковой степи — ковыль и типчак.

Фитоценозы, существующие на определенной территории, составляют растительность этой территории, например лес, степь, луг. От понятия «растительность» следует отличать понятие «флора», под которым разумеются растительные виды, населяющие данную территорию, вне зависимости от их группировок.

Наука, изучающая растительный покров Земли, различные составляющие его растительные сообщества и закономерности их распределения и развития, называется геоботаникой, или фитоценологией.

Как флора состоит из набора разных растительных видов, так растительность складывается из различных растительных ассоциаций.

Ассоциации

Ассоциации являются элементарными единицами растительности. Примеры ассоциаций: 1) сосняк с брусничкой и зелеными мхами в напочвенном покрове на сухой и бедной песчаной почве; 2) дубрава со снытью в травяном покрове; 3) луг с преобладанием лисохвоста; 4) болото со сфагновым покровом, пушицей и багульником. Называют ассоциации обычно кратко, по доминирующим в них растениям, например бор-брусничник или елово-сосновый лес с брусничкой и кислицей. Таким образом, ассоциации являются систематической единицей фитоценозов.

К одной и той же ассоциации относят фитоценозы, сходные по господствующим в каждом ярусе видам (доминантам), находящимся в близких количественных соотношениях, сходной жизненности и сходным сопровождающим видам. Близкие по свойствам ассоциации объединяются в группы ассоциаций, сходные группы — в формации, а формации в свою очередь — в типы растительности.

Для хозяйственной оценки пастбищ или сенокосов либо учета лекарственных растений установлены особые шкалы учета обилия растений различных видов и определяется растительная масса (по весу), ими образуемая. Для этого необходимо взвесить растения каждого вида, образующие растительный покров на площади взятого квадратного метра (с 4—10-кратной повторностью).

Фитоценологические исследования являются обязательным и важным звеном в мероприятиях по культуре пастбищ и сенокосов, по учету продуктивности различных естественных фитоценозов, размещению населенных пунктов, курортов и т. п.

Элементы географии растений

Ареал

География растений изучает распространение видов растений и других их систематических групп на Земле.

Каждый вид растения распространен на определенной, большой или малой, территории, которая носит название ареала вида. Также можно говорить об ареале рода, семейства и т. д. Различают следующие типы ареалов: сплошные ареалы, когда растения данного вида занимают сплошь весь ареал (конечно, могут быть в ареале отдельные места, не занятые данным видом); разьединенные ареалы, когда растения данного вида занимают не сплошной ареал, а отдельные, разьединенные в пространстве его участки, например папоротник — *Dryopteris sudetica*, произрастающий в Карпатах, на Урале и в Сибири; ленточные ареалы, когда территория, занятая видом растения, вытянута лентой (вдоль рек).

Существуют виды растений, распространенные почти на всей территории земного шара, или по крайней мере на нескольких материках, например тростник, одуванчик, крапива двудомная, дурман, осот или многие водные растения. Такие виды растений называются космополитами.

Есть виды, произрастающие только в одном определенном районе земного шара, например цитварная полынь, встречающаяся только в районе Чимкента в Казахстане, или камчатская пихта, обитающая только на восточном берегу Камчатки. Такие виды называются эндемиками, или эндемиками. Ареалы некоторых эндемических видов являются остатками обширного, занимавшего в геологическом прошлом большую территорию, ареала. Например, секвойя, в прошлом широко распространенная на земном шаре, а теперь занимающая лишь небольшую территорию в Калифорнии. Такие эндемичные виды называются реликтами.

Совокупность видов, населяющих какую-либо территорию, образует ее флору.

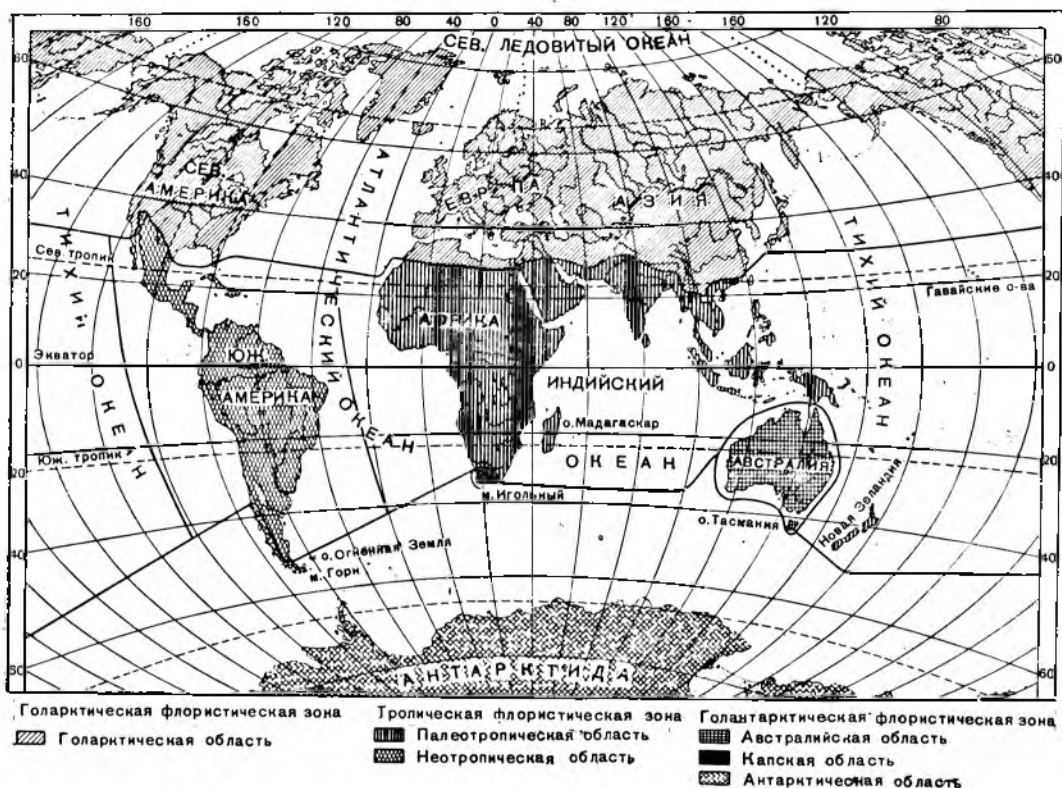
Флористические зоны и области

Земную поверхность по составу флоры делят на флористические зоны, внутри них области, подобласти, провинции и округа. Выделяют три зоны: 1) голарктическую, 2) тропическую и 3) гюлантарктическую (рис. 363).

Голарктическая флористическая зона простирается на всю Европу, почти всю Азию (кроме ее юга), северную часть Африки, почти всю Северную Америку, Гренландию. Для этой зоны характерны следующие семейства растений: сосновые, березовые, кленовые, грушанковые, явовые, буквые, лютиковые, гвоздичные, крестоцветные, розовые, зонтичные, первоцветные, норичниковые и др. Она включает голарктическую флористическую область. Территория СССР расположена в голарктической зоне и области.

Тропическая флористическая зона простирается на все тропические страны. Эта зона распадается на две флористические области — палеотропическую и неотропическую (см. рис. 363). Для тропической флористической зоны характерны следующие семейства растений: пальмовые, ароидные, из злаковых — подсемейство бамбуковые, мимозовые, сапиндовые, миртовые, бигониевые и многие другие. Общность флор палеотропической и неотропической

363. Карта флористических зон и областей (по БСЭ).



областей доказывает наличие связи между ними в далеком геологическом прошлом. Вместе с тем между флорами этих областей имеются существенные различия. Так, семейства кактусовых, бромеллевых, ряд родов пальм и многие другие свойственны только новому свету, тогда как пепентовые, раффлезиевые двукрылоподобные и многие роды других семейств — только старому, т. е. палеотропической области.

Голантарктическая флористическая зона простирается на Австралию, Тасманию, южную оконечность Африки и Южной Америки, а также Антарктику. Голантарктическая флористическая зона распадается на три флористические области — австралийскую, капскую (Южная Африка) и антарктическую (см. рис. 363). Для всей зоны характерны семейства протейных и рестионовых. Для Южной Америки и Австралии характерны семейство араукариевых, южный бук и др., для Капской земли и Австралии общими являются семейство протейных и некоторые другие.

В флористической австралийской области насчитывается более 12 000 видов сосудистых растений, причем 75% видов являются эндемиками (600 видов рода эвкалиптов, 280 видов филлодийных акаций и многие другие). Очевидно, изоляция в геологическом прошлом Австралии не допускала смешения ее флоры с другими флорами. Небольшая Капская область имеет богатую флору, для которой характерны вересковые, амариллисовые, протейные, пеларгонии и др.

В настоящее время уже известно около 500 000 видов растений, в том числе покрытосеменных около 200 000 видов. Больше всего видов семенных растений насчитывается в Бра-

азии (около 50 000 видов), Индии (21 000), Китае (20 000) и меньше всего — в пустынях Средней Азии (600 видов), Гренландии (390), на Арктических островах (320), Новой Земле (200). В СССР насчитывается около 17 500 видов.

Человек посредством сначала бессознательного, а потом сознательного отбора, гибридизации и интродукции давно уже ввел в культуру много видов растений.

Китай является родиной проса, гаоляна, гречихи, некоторых видов капусты и лука, некоторых видов сливы, персика, тунгового и тугового дерева, камфарного лавра, апельсина, мандарина, чая и др.

Индия, Бирма, Ассам являются родиной риса, баклажана, огурца, люффы, лимона, мандарина, сахарного тростника, некоторых видов хлопчатника и др.

Индокитай, Индонезия — родина банана, кокосовой пальмы, мускатного ореха, хлебного дерева и др.

Среднеазиатские республики СССР, Афганистан, Пенджаб являются родиной некоторых видов пшеницы, гороха, чечевицы, бобов, чины, горчицы, масличного льна, опийного мака, дыни, моркови, репы, лука, чеснока, шпината, абрикоса, миндаля, лоха, некоторых сортов винограда, грецкого ореха, яблони и др.

Кавказ является родиной некоторых сортов пшеницы, ржи, гречихи, мушмулы, вишни, черешни, айвы, некоторых сортов винограда и др.

Иран и Малая Азия — родина некоторых сортов пшеницы, люцерны, вики посевной, некоторых сортов дынь, каротиновой моркови, капусты, аниса и др.

Средиземноморское побережье является родиной некоторых сортов пшеницы, овса, льна, некоторых видов люпина, маслины, свеклы, лаванды и др.

Абиссиния и Эритрея — родина некоторых видов пшеницы, кофе, клецелины и др.

Судан, Нигерия, Южная Африка и др. являются родиной арбуза, клецелины, сорго, финиковой пальмы, розовой герани (пеларгонии) и др.

Южная Мексика и Центральная Америка — родина кукурузы, фасоли, тыквы, перца, некоторых видов хлопчатника, табака-махорки и др.

Южная Америка является родиной картофеля, томата, тыквы, некоторых видов хлопчатника, табака, хинного дерева, какао, арахиса, ананаса и др.

Австралия — родина эвкалипта, акаций и др.

Евразия (средняя и северная полосы) — родина кормовых злаков и кормовых бобовых растений, льна-долгунца, сибирской яблони, хмеля и др.

Типы растительного покрова

В связи с большим разнообразием климатических, почвенных и других условий на земном шаре существуют следующие основные подразделения растительного покрова суши.

**Влажные
тропические леса**

Влажные тропические леса. Распространены в экваториальных областях, в Южной Америке (бассейн реки Амазонки), Индии, Индокитае, Индонезии, Экваториальной

Африке (бассейн реки Конго) и др. Максимальное годовое количество осадков (3000—14 000 мм), выпадающих равномерно в течение всего года. Благоприятные для роста растений температуры (20—35°), также мало изменяющиеся в течение года. Леса характеризуются многочисленностью видов и многоярусностью (на Яве — 165 видов деревьев, 360 видов кустарников и трав, 65 видов лиан). Растения вечнозеленые. Цветение и плодоношение происходят в течение всего года, у различных видов в разные сроки. Много лиан, эпифитов. Много деревьев с воздушными корнями. В лесах произрастают многочисленные виды древесных пород (миртовые, бобовые, рутовые, мареновые, лавровые и др.), пальмы, гигантские, часто древовидные, папоротники, бамбуки, ароидные, орхидные и многие другие.

Влажные субтропические леса

Влажные субтропические леса. Распространены на небольшой площади, на Канарских островах, на юге Китая, Японии, в Новой Зеландии, Флориде, Чили и др. Климат умереннее и менее влажный, чем климат влажных тропических лесов. Леса характеризуются вечнозелеными лиственными и хвойными деревьями. Это канарский лавр, камфарный лавр, дубы, буки, магнолиевые, секвойя, болотный кипарис, туи и др. Много лиан и эпифитов.

Жестколистные субтропические леса

Жестколистные субтропические леса. Распространены в засушливом климате Средиземноморской области, Австралии, Мексики, Южной Африки и др. Леса характеризуются деревьями и кустарниками с жесткими, вечнозелеными, мелкими листьями, пластинки которых обычно расположены косо к солнечным лучам (поэтому лучи солнца меньше нагревают лист). Многие виды имеют редуцированные листья, колючки. В жестколистном лесу произрастают карликовый вечнозеленый дуб, мирт, лавр, эвкалипты, олеандр, дикая маслина, можжевельники и др.

Листопадные тропические леса

Листопадные тропические леса. Распространены в засушливых районах тропиков — в Центральной и Южной Америке, Восточной и Южной Африке, Индокитае, в центральных областях Индии, где осадки выпадают неравномерно и влажный период сменяется длительным засушливым периодом. На засушливый период растения сбрасывают листья. Видовой состав растительности менее богат, чем во влажном тропическом лесу (древесные породы: тик, сал, фикусы, акации, альбиция, кассия, дальбергия и др.). Меньше лиан и эпифитов.

Летнезеленые лиственные леса

Летнезеленые лиственные леса. Распространены эти леса преимущественно в областях с умеренным климатом, т. е. в средней полосе Европейской части СССР, в горном Крыму, на Кавказе, в горах Средней Азии, на Дальнем Востоке, в Западной и частично Южной Европе, в Северной Америке и др. Деревья на зиму сбрасывают листья. Леса смешанные. Преобладающими широколиственными породами являются дубы, буки, липы, березы, осина, ольха и др., хвойными — ель, сосна. Под высокими деревьями леса развивается подлесок из кустарников. Есть лианы, хмель, плющ, дикий виноград, лимонник, актинидия, ампелопсис и др.

Зимнезеленые хвойные леса

Зимнезеленые хвойные леса. Распространены в областях с умеренным климатом и доходят на севере до лесотундры. Это северная и средняя полосы СССР и Северной Америки. Кроме того, такие леса встречаются в горах Крыма, Кавказа, Средней Азии и др. Преобладающими породами являются ели, пихты, лиственницы. В этих лесах много мхов и грибов.

Степи

Степи. распространены в местностях с недостаточными осадками (во внутренних частях материков Европы, Азии и Северной Америки). Характеризуется степь травянистыми растениями — ксерофитами. Преобладают виды ковыля, типчака, тонконога, мятлика, бобовых. Весной в степи цветут эфемеры, луковичные, корневищные, клубневые растения (тюльпаны, лук, мятлик луковичный, пустынная осока и др.).

К типу степной растительности относятся пампасы в Южной Америке и прерии в Северной Америке.

Саванны

Во многих областях засушливых тропиков (Экваториальная и Южная Африка, Южная Америка) распространены так называемые *саванны*. Это территории, покрытые высокотравной растительностью, в которой местами растут засухоустойчивые низкорослые деревья и кустарники. Из трав растут злаки, из деревьев — акации, баобабы, пальмы и др.

Луга

Луга, подобно степи, покрыты многолетними травянистыми растениями, но в отличие от степи эти растения преимущественно мезофиты. В лугах преобладают многолетние злаки и осоковые. Луга могут быть внутри других зон — в степной зоне в долинах рек, в лесной и лесостепной зонах. Следовательно, луга могут быть азональны. Горные же луга занимают определенные обширные пространства в горах, например в субальпийской и альпийской зонах.

Растительность пустынь

Растительность пустынь. Широко известны пустыни: Сахара в Африке, Гоби в Азии, пустыни в Аравии, Мексике и др. В СССР в Средней Азии расположены пустыни Каракум, Кызылкум и др. (рис. 364). Для пустынь характерно незначительное количество осадков, высокие летние температуры и сухой воздух. Поэтому в пустынях частично совсем нет растительности, а частично есть, но очень изреженная. Характерны для полупустынь и пустынь виды полыни, солянок и др. Весной появляются эфемеры. Пустыни и полупустыни бывают песчаные (для них характерны псаммофиты), глинистые, солончаковые и каменистые.

Кроме сухих пустынь, есть еще холодные пустыни. Это арктические и высокогорные пустыни, где период вегетации растений очень короткий. Растения стелются по земле, все приурочено к защищенным местам, где скапливаются снег или лучше прогревается почва. Характерны водоросли, лишайники, мхи, немногие цветковые, такие, как камнеломки, полярный мак и др.

Тундры и альпийская растительность

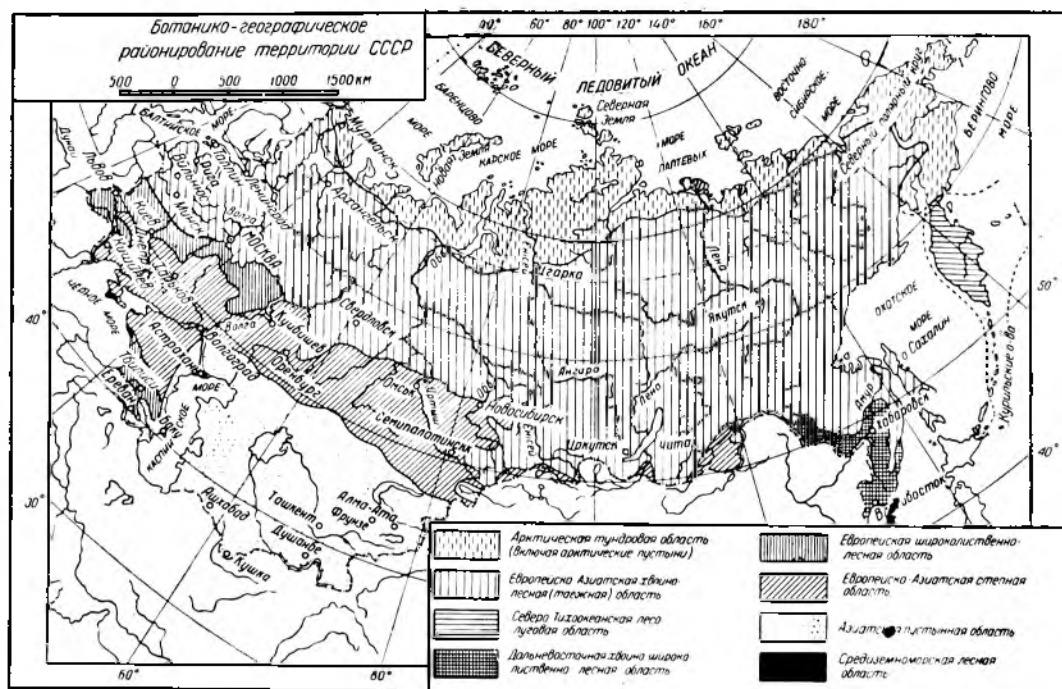
Тундры и альпийская растительность. Тундры распространены в субарктических и арктических областях, альпийская растительность — в высокогорных. Поскольку в арктических и высокогорных областях климат суровый, вегетационный период длится около 2 месяцев, почти всюду имеется вечная мерзлота грунта, постольку растительность этих областей состоит из карликовых деревьев (березы, ивы) и кустарников, трав, мхов, лишайников.

Травостой составлен злаками, камнеломками, лютиками, сушеницами, лапчатками и др. Для альпийской растительности характерны злаки, осоковые, бобовые, генцианы, анемоны и др.

Болота

Для *болот* характерна избыточная влажность. Болота бывают низинные (травяные и моховые) и верховые (сфагновые). В верховых болотах сильно разрастаются сфагновые мхи, нарастая слоями. Нижние части мха при этом отмирают и превращаются в торф. На моховых болотах растут кустар-

364. Ботанико-географическое районирование территории СССР.



никовые формы березы, ивы, клюква, багульник, осоки, пушицы, росняк и др. Болота, как и луга, встречаются внутри других растительных зон и потому являются аazonальными.

Растительность СССР

В зависимости от закономерного изменения экологических факторов на территории СССР в направлении с севера на юг наблюдается и закономерное изменение растительности и почв, их зональность. Так, на севере, в Арктике простираются арктические пустыни и тундры (рис. 364), южнее тундры находится лесная зона, затем, на юге, — степная.

Резких переходов растительности одной зоны в растительность другой зоны нет. Обычно переходы эти совершаются постепенно и потому между тундрой и лесной зоной находится лесотундра, между лесной и степной зонами — лесостепь, а между степной зоной и зоной пустынь находятся полупустыни.

Есть на территории СССР и аazonальная растительность. Это растительность песков, болот, заливных лугов, водоемов. Они встречаются внутри любой зоны соответственно рельефу и почвенным условиям.

Подобно описанной закономерности изменения растительности в направлении с севера на юг, меняется растительность в горах, от подножия к вершинам гор, т. е. в вертикальном направлении — вертикальная поясность или зональность. Так изменяется растительность в горах Кавказа, Крыма, Средней Азии, Карпат и др.

Зона тундр

Тундры образовались в арктической и субарктической областях СССР. Рельеф тундры на огромных протяжениях равнинный. Средняя годовая температура ниже 0° . Максимальная температура летом не превышает 20° . Для тундры характерна вечная мерзлота грунта, который летом оттаивает только на глубину 25—200 см. Поэтому в тундре не могут развиваться глубокие корневые системы. Осадков в течение года выпадает 200—300 мм. Снежный покров в открытой тундре неглубок. Вегетационный период продолжается 2—3 месяца. Почвы тундр пересыщены влагой, преимущественно болотного типа. Площадь тундры и лесотундры составляет около 3 млн. квадратных километров.

Зона тундр делится на три вытянутые с запада на восток подзоны: арктическую тундру, лишайниково-моховую тундру и кустарниковую тундру. Арктическая тундра только местами имеет растительность. Это лишайники, зеленые мхи, пушица, осоки. Севернее арктической тундры находится холодная пустыня. Южнее арктическая тундра переходит в лишайниково-моховую.

Растительность лишайниково-моховой тундры состоит из лишайников, зеленых мхов, осок, мятлика, толокнянки, багульника, брусники, полярной ползучей ивы, карликовой березы. Среди лишайников очень распространены олений — *Cladonia rangiferina*, исландский — *Cetraria islandica* и другие виды, которыми зимой питаются олени, в связи с чем эти лишайники имеют большое экономическое значение для Севера.

Южнее лишайниково-моховая тундра переходит в кустарниковую, растительность которой состоит из карликовой березы, кустарниковых ив, голубики, брусники, багульника, толокнянки, злаковых трав, осок, подушечных форм смолевки, мокричника и др.

Лесотундровая зона

Южнее кустарниковая тундра переходит в лесотундру, характеризующуюся появлением участков леса (кряжолесья и редколесья), чередующихся с участками кустарниковой тундры. В участках леса на Западе от Урала преобладают ель и береза, на востоке — виды лиственниц.

Лесная зона

Лесная зона располагается южнее лесотундры (см. рис. 364) и занимает огромную территорию — около 11 млн. квадратных километров, что превышает третью часть площади лесов всего земного шара и шестую часть территории СССР. Средняя годовая температура колеблется в разных местах лесной зоны от 2 до 5° . Осадков в течение года выпадает 500—700 мм. Наблюдается избыток влажности. Почва подзолистого типа.

Западная часть лесной зоны занята смешанными лесами, состоящими из широколиственных древесных (липа, дуб, граб, бук, клен, ясень и др.) и хвойных (ель, сосна) пород. На юго-западе смешанные леса сменяются чистыми широколиственными лесами, состоящими из дуба, липы, ясеня, остролистного клена, граба, ильма, вяза. На крайнем юго-западе, в западных областях Украины растет бук. Подлеском в широколиственных лесах является орешник. Травяной покров составляют сныть, ясменник, копытень, пролеска и др. Широколиственные леса, преимущественно из дуба, неширокой полосой распространяются и дальше, к востоку.

Восточная часть лесной зоны (северо-восточная часть Европейской лесной зоны, Урал и Сибирь) занята тайгой. Тайгой называются хвойные леса с примесью мелколиственных пород (березы, осины), но лишенные широколиственных

(дуба и др.). В тайге, в восточной части Европейской лесной зоны, на Урале и в Западной Сибири господствующими лесными породами являются ель, пихта сибирская, в Приуралье и далее к востоку — кедр сибирский. В подлеске развиваются рябина, можжевельник, черника, брусника. Травянистый покров состоит из видов грушанок, ландыша, орхидных, папоротников и др.

Сосновые боры обычно развиваются на песчаных почвах, занимая местами значительные площади, а также на обильных здесь сфагновых болотах. Третий ярус образован березой или осинкой.

В тайге Восточной Сибири господствующей лесной породой являются лиственницы. Леса состоят главным образом из лиственницы, пихты, кедра сибирского, ели и др.

На крайнем юго-востоке, в Уссурийском крае, растут южно-уссурийские леса, состоящие из корейского кедра, маньчжурской лещины, пихты, дуба монгольского, амурской липы, граба, маньчжурского клена и др. Из лиан растут виноград, актинидия, лимонник и др.

Болота

В лесной зоне много торфяных болот. Особенно много их на юго-западе, в Полесье, а также в Западной Сибири. Болота, как уже упоминалось, относятся к аэональной растительности и встречаются и в других зонах, но сфагновые болота находятся в основном в пределах лесной зоны. В СССР около 200 млн. га болот и торфяников; во многих из них имеются огромные залежи торфа. Осушено уже свыше 10 млн. га.

Луга

В лесной зоне большие площади занимают луга, т. е. пространства, покрытые травянистой мезофитной растительностью. Луга встречаются и в лесостепной, и в степной зонах. Различают луга материковые и заливные, или пойменные. Материковые луга расположены на водоразделах и полыми водами не заливаются. Пойменные луга расположены в поймах (долинах) рек и заливаются полными водами.

Материковые луга

Материковые луга в свою очередь разделяются на суходольные, расположенные на возвышенных местах и потому обеспечиваемые только влагой осадков, и низинные, расположенные на пониженных местах и потому обеспечиваемые, кроме осадков, еще и водой поверхностного стока.

На суходольных лугах из семейства злаков преобладают овсяница красная, мятлик луговой, полевица обыкновенная, душистый колосок и др., из семейства бобовых — клевер, чина луговая, люцерна рогатая и др., из других семейств — василек луговой, тысячелистник обыкновенный, подорожник средний, лапчатка серебристая, лютик едкий и др.

На низинных лугах из семейства злаков преобладают щучка дернистая, полевицы, тимopheевка луговая, лисохвост луговой, овсяница луговая, из семейства бобовых — клевер ползучий, из других семейств — купальница, раковые шейки, гравилат речной.

Заливные луга пойменные

Заливные луга в свою очередь делятся на три категории в зависимости от той части поймы реки, на которой они расположены: 1) в прирусловой пойме, 2) в центральной и 3) в притеррасной пойме.

Прирусловая пойма расположена при русле реки, несколько возвышена, почвы образованы крупнопесчаными наносами и на ней обычно встречаются: злаки — пырей ползучий, вейник наземный, костер безостый и др.; бобовые — люцерна желтая, клевер горный и др.; другие семейства — подбел, тысячелистник обыкновенный, лапчатка серебристая, ивы и др.

Центральная пойма, образованная более мелкими песчаными и пылеватыми отложениями, богата наиболее ценными кормовыми травами: злаками — тимopheевкой луговой, лисохвостом луговым, мятликом луговым, пыреем ползучим и др.; бобовые представлены клеверами, чирком, викками и др.

Притеррасная пойма с ее илистыми почвами и пониженным рельефом имеет в растительном покрове такие злаки, как щучка дернистая и др.; осоковые — осоки, ситники, тростник, камыш; древесные растения — ольха клейкая, ивы и др. В заливных лугах могут расти так же черный тополь, дуб, выносящие затопления при разливе рек.

Луга заливные, или поемные, являются естественными лугами, а луга материковые — вторичного происхождения, они появляются после сведения леса и постепенно зарастают им, если они не используются как сенокосные угодья.

Лесостепная зона

Степная зона располагается южнее лесной зоны, на черноземных почвах (см. рис. 364); на границе этих зон образовалась лесостепь. В лесостепи, на водоразделах, участки леса чередуются с участками степи. В Европейской части СССР эти участки леса представляются дубравами. В Западной Сибири эти участки леса образованы березой и осинкой, а в Восточной Сибири — сибирской и даурской лиственницами.

Дубравы состоят из дуба с примесью ясеня, липы, вяза, клена, в качестве подлеска — орешника, бересклета и др., в качестве травянистого покрова — вики, сныти, ясменника, фиалки, папоротника и др.

Растительность степных участков состоит из лабазника, шалфея, горичника, прострела, клевера и других двудольных, а также злаков, преимущественно мезофитов.

В лесостепной зоне разводят следующие лекарственные растения: перечную мяту, шалфей, наперстянку, белладонну, мальву, камфарный базилик, далматскую ромашку, валериану, белену и др.

Степная зона

Средняя годовая температура в разных местах степи колеблется от 3 до 10°. Средняя температура в самом жарком месяце, июле, колеблется от 19 до 25°. Средние осадки за год составляют от 300 до 470 мм. Ввиду недостатка влаги летом максимум развития степных растений происходит в конце весны. Затем наступает засушливый период, когда степные растения сохнут. В это время степь становится душистее вследствие обилия эфиромасличных растений.

Степь делится на северную, или луговую, и южную, или ковыльную. Северная степь состоит из очень многих видов травянистых многолетних растений; преобладают двудольные и корневищные злаки. Южная и восточная степи беднее видами; преобладающими растениями являются ковыли и типчак. В степи много луковичных растений (гусиный лук, тюльпан, крокус, птицемлечник и др.).

В степной зоне на огромных площадях возделываются хлебные злаки, сахарная свекла, подсолнечник, масличный лен, масличный мак, бобовые растения и многие другие. В степной зоне возделываются овощные, бахчевые и плодовые культуры (яблоня, груша, вишня, черешня, слива, абрикос, шелковица и др.).

Северная, или луговая, степь используется для сенокосения, после которого производится пастбище скота в степи. Южная, или ковыльная, степь используется для пастбища скота.

В связи с тем что в степной зоне, особенно на юго-востоке Европейской части СССР, часто бывали засухи и неурожаи

сельскохозяйственных культур, давно стали искать методы борьбы с засухой. В настоящее время завершаются огромные мероприятия по борьбе с засушливым климатом степи. Это посадка лесных полос, устройство водоемов, лесопосадки. Лесные защитные полосы накапливают снег и задерживают весенний поверхностный сток талой воды и смыв почвы (эрозию). Леса задерживают таяние снега, иссушающие ветры. Все это приводит к улучшению климата, к устойчивости и повышению урожаев сельскохозяйственных культур.

Зона полупустынь

Пустынная зона располагается на юго-восток от степной зоны (см. рис. 364). На границе степной и пустынной зон образовалась полупустыня. Средняя годовая температура в разных местах полупустыни колеблется от 2 до 6°. Осадков выпадает в год 200—300 мм и менее. Климат резко континентальный. Почвы — каштановые и сероземы. Растительность состоит из степной (дерновинные злаки, луковичные) и пустынной (полыни, солянки). Из лекарственных растений в полупустыне произрастают цитварная и камфарная полынь, солодка и др.

Зона пустынь

Растительность пустынь Средней Азии состоит преимущественно из ксерофитных трав, кустарников, деревьев. Из деревьев, характерных для пустыни, прежде всего следует назвать саксаул, листья которого редуцировались в чешуй. Пустыни бывают глинистые, солончаковые, песчаные и каменные (гипсовые).

Глинистые пустыни в основном находятся в северной и восточной частях советской территории Средней Азии. В растительности этих пустынь преобладают полыни, черный саксаул и др.

Солончаковые пустыни в местах, наиболее засоленных, совсем не имеют растительности. В местах, менее засоленных, растут солянки, черный саксаул и др.

В песчаных пустынях — Каракумах, Кызылумах и др. — растительность состоит преимущественно из песчаной осоки, видов селина, костров, астрагалов, белого саксаула и др.

В растительности каменных пустынь преобладают те же растения, что и в песчаных пустынях, но к ним еще присоединяются специфические для них растения.

Растительный покров пустынной зоны является кормовой базой для отгонного животноводства. Зимой и весной скот пасется на пустынных равнинах, а на лето и осень перегоняется на горные степные и луговые пастбища.

В пределах пустынной зоны большие площади освоены под орошаемое земледелие. Это оазисы — Ташкентский, Ферганский, Бухарский, Хорезмский и др. Здесь возделываются хлопчатник, рис, виноград, плодовые деревья, клещевина.

Субтропики сухие и влажные

На узкой полосе Южного берега Крыма и Черноморского побережья Кавказа находятся наши субтропики. Их следует разделить на сухие субтропики, занимающие Южный берег Крыма и северную часть побережья Кавказа (до Сухуми), и влажные субтропики, занимающие восточную часть побережья Кавказа (от Сухуми до Батуми).

В области влажных субтропиков средняя годовая температура колеблется между 12 и 15°, а летняя температура — между 20 и 24°. Зимние заморозки незначительны. Часто зимой средняя суточная температура равняется 5—6° и растения вегетируют. Осадков в течение года выпадает от 1400 до 2500 мм.

Растительность этой области субтропиков — леса. Господствующими древесными породами являются дубы (особые виды), бук, клены, каштан настоящий, яблони, груша, черешня. Из вечнозеленых — кавказская пихта, восточная ель, самшит, тисс и, в подлеске, можжевельник, лавровишня, рододендрон, иглица (см. рис. 127) и др. Много лиан — плющ, ломонос и др. Однако естественная растительность почти не сохранилась, так как леса вырублены и площади заняты под сельскохозяйственные культуры и парки; кроме того, очень много интродуцировано инородных растений. Естественная растительность сохраняется лишь в заповедниках.

Из интродуцированных инородных растений наибольшее распространение получили разнообразные пальмы, пирамидальные кипарисы, эвкалипты, пихты, ели, длиннохвойные сосны, туи, кедр, магнолия, бананы, лавровишня, лавр благородный (листья которого используются в кулинарии), олеандры, агавы, кактусы и др.

Возделываются виноград, чай, цитрусовые, инжир, или виноградная ягода, персик, абрикос, яблоня, груша, слива, миндаль, маслина, пробковый дуб, хурма японская, камфарный лавр, хинное дерево, лаванда, герань, табак, соя, арахис, люффа и др.

Растительность горных систем

Особо следует сказать о растительности горных систем Карпат, Крыма, Кавказа, Средней Азии (Памир, Тянь-Шань и др.) и Южной Сибири (Алтай, Саяны и др.). Мы будем рассматривать растительность в ее закономерной изменчивости по мере поднятия от подножия к вершинам гор (см. вертикальную зональность).

Карпаты

В Карпатах, на высоте 600—1200 м над уровнем моря, в поясе хвойно-широколиственных лесов, господствуют: пихта, ель, бук, граб, дуб, плющ (из лиан); в подлеске — бузина, малина, ежевика, смородина, жимолость, бересклет; из травянистых растений — анемоны, хохлатки и др. На высоте 1200—1600 м, в елово-пихтовом поясе, господствуют пихта и ель, имеется примесь бука, встречается лиственница и др. На высоте 1600—1800 м, в поясе субальпийских лугов, господствуют: из злаков — белоус, овсяница, полевица скальная, щучка дернистая и др.; из разнотравья — арника горная, лапчатка прямая, осоки и др., а также черника, можжевельник, сосновый стланик, ольховник. Безлесные пространства, являющиеся ценнейшими пастбищами, называются полонинами. На высоте 1800—2000 м и выше — пояс альпийской растительности. Здесь господствующими растениями являются осока вечнозеленая, овсяница, колокольчик альпийский и др., голубика, рододендрон.

Крым

В Крыму в нижнем горном лесном поясе господствуют виды арчи, можжевельник благородный, дуб пушистый, встречается сосна Станкевича и др. В среднем горном лесном поясе господствуют сосна крымская, дуб скальный, бук крымский. Встречаются граб, кизил и др.

Вершины Крымских гор (Яйла) заняты луго-степной растительностью. Это богатые горные пастбища. Из злаков здесь господствуют типчак, калерия, костры. Часто встречается манжетка, клевер непостоянный, крупка, фиалка альпийская, осока низкая и др.

Кавказ

В горной системе Кавказа до уровня 1500 м располагается лесная зона. В начале этой зоны произрастают дуб, бук, граб, ясень, клены, вязы, липа, яблони, груши, несколько выше — самшит, тисс, иглица и др., еще выше — хвойные леса, в ко-

торых господствуют ель кавказская, пихта кавказская, а в подлеске — падуб, рододендрон. В конце лесной зоны, на высоте 1300—1500 м, произрастают сосна крючковатая, береза Литвинова, горный клен, стланиковый можжевельник.

На высоте 1400—2400 м находится субальпийская зона, характеризующаяся высокорослыми (до 3 м и выше) травянистыми растениями. Это колокольчики, борщевик, аконит, водосбор, живокость, чемерица, валериана, девясил, кавказский лютик и многие другие. Кроме перечисленных травянистых растений, в субальпийской зоне встречаются следующие древесные растения: береза, клен, дуб понтийский, крушина, рододендрон.

На высоте 2400—3000 м и выше располагаются альпийские луга с задернованной почвой. Дернины образуются осоками и кобрезией. Из злаков здесь произрастают мятлик альпийский и тимopheевка альпийская, из разнотравья — колокольчики, гентианы, примулы, незабудки, фиалки, хохлатки, живокость, астрал и др. Это лучшие пастбища Кавказа.

Горная система Средней Азии

Растительность системы гор Юго-восточного и Восточного Казахстана и Средней Азии следует рассматривать как растительность двух различающихся горных систем. Первая будет состояться горами Джунгарского Алатау и Северного Тянь-Шаня, вторая — Западного Тянь-Шаня, Памира и Алая.

Среднегорный пояс Джунгарского Алатау и Северного Тянь-Шаня занят дерновинно-злаковой степью, подобно степи Северного Казахстана. Выше этого пояса находятся темныхвойные леса, в которых доминирует ель тяньшанская. Высокогорный пояс начинается высокогорной степью, переходящей далее в субальпийские и альпийские луга.

Среднегорный пояс Западного Тянь-Шаня, Памира и Алая занят степями, лугами, зарослями шиповника, боярышника, можжевельника и др. Редко встречаются яблоневые, кленовые и ореховые леса. Высокогорный пояс — высокогорные степи, луга.

Плодовые леса (яблоня, грецкий орех, фисташка) в горах Средней Азии и в настоящее время успешно эксплуатируются. Пастбища в горах Средней Азии являются лучшими горными пастбищами в СССР.

Алтай

Растительность гор Алтая в среднегорном и субальпийском поясах представлена высокотравными субальпийскими лугами и хвойными лесами, где господствуют пихта, сибирский кедр и лиственница. Выше находятся альпийский пояс с низкотравными лугами. Еще выше расположен горно-тундровый пояс, мохово-лишайниковый, в котором преобладают мхи и лишайники и часто встречаются ивы и карликовая береза.

Растительность горного Алтая используется как ценная кормовая база животноводства.

Предметный указатель

(цифры со звездочкой означают страницу,
на которой помещен рисунок)

- Абрикос 332
Авокадо 277
Аврам 369
Автогамное растение 252
Автотрофное питание 12
Аденозинтрифосфат (АТФ) 36
Адонис 278
Ажгон 352
Азотобактер 208
Азотобактерия 108
Аир 399, 400*
Аистник 347
Айва 327
Айован 352
Акация 334, 341
Акклиматизация 271, 481
Аконит 280, 281*
Актиномиды 207
Алейроновые зерна 54, 55*
Алкалоиды 47
Аллелизм 441, 455
Алоэ 385
Алтей 313, 314*
Алыча 330
Альбология 10
Альтернативный 441
Аминокислоты 29
Амитоз 70
Амми 354
Анабазис 299
Анабиоз 477
Аналогичные органы 101
Анатомия 10
Анафаза 68*, 69
Андроцей 237*
Анемофилия 254
Анис 348
Антеридий 179, 220, 221*
Антибиотики 63, 174
Антохлор 47
Антошаны 46
Апельсин 345
Апогамия 261
Апоспория 261
Аралиевые 347
Аралия 347
Араукария 227
Арахис 341
Арбуз 305, 465
Ареал 484
Арника 379
Ароидные 399
Археоптерикс 419
Археогоний 220, 221*
Архимиды 193
Аски 196
Аскомицеты 196
Аспергилл 198
Ассафетида 352, 353*
Ассимиляция 11
Ассоциация 483
Астрагал 340
Аукисны 65
Ауреомицин 207
Ахорон 206
Аэренхима 77

Багульник 318*
Бадриджан 365
Базидиальные грибы 201
Базидиомицеты 201
Базилик 371
Баклажан синий 365
Бактерии азотфиксирующие 173
— денитрифицирующие 18
— клубеньковые 18, 108
— нитрифицирующие 173
— психрофильные 173
Бамбуковидные 394
Банан 390
Банановые 390
Барбарис 282*
Барбарисовые 282

Батрахоспермум 189
Бациллы 171*, 173*
Безвременник 384, 385*
Бекрос 441
Белена 364*
Белки 29, 54, 55*, 469, 470*
Белковые кристаллы 55
Белладонна 363, 364* 492
Белый плесневый гриб 194
Беннеттитовые 236
Бентос 187
Береза 291, 292*
Березовые 291
Бесполое размножение 158
Бессмертник 380
Биваленты 71, 72*
Винарная номенклатура 168
Впогнетический закон 420
Биология 3
Биомасса 207
Биотические факторы 480
Биоценоз 482
Бобы 267, 268*, 341
Бобовые 334
Богородская трава 373
Болиголов 353, 354*
Болота 488, 491
Большеголовник 380
Ботридий 182
Боярышник 329
Бриология 11
Бриония 304*
Брожение 11
Брусника 319*, 320
Брусничные 320
Брюква 309
Бузина 359
Бук 290, 292*
Буковые 288
Бурчанниковые 361

Вакуоли 43
Валериана 360*
Валериановые 360
Василек 382
Вахта 356*
Вегетативные органы 101
Вегетативное размножение 158
Венчик 237*, 239
Верба 310*
Вереск 319
Вересковые 318
Вертициллиум 206
Ветвление 118*
Ветла 310*
Ветренца 278
Вех 353, 354*
Вечная мерзлота 477
Вечнозеленые растения 145
Вибрионы 170, 171*,
Вид 421, 422
Вика 337
Винная ягода 285, 287*
Виноград 343, 344*
Виноградные 343
Вирус 175
Витализм 419
Витамины 61
Вишня 331
Влагалище листовое 130*, 131
Важные субтропические ле-
са 486
— тропические леса 486
Вместилища выделений 94
Водная культура 112
Водоросли багряные 169
— бурые 169, 187
— диатомовые 169, 186
— зеленые 169, 178
— красные 169, 189
— синезеленые 169, 176
Волдушка 354
Волоски жгучие 79

Волоски железистые 78*, 94,
138*
Волчок 179*, 180
Вольвокс 179*, 180
Вороний глаз 388
Вошерия 182, 183
Выделительная система 94
Высшие растения

Галера 338, 339*
Галлы 45*
Галофиты 478
Гаметофит 165, 211, 242, 244,
246
Гаметы 164
Гамма-лучи 466
Гаптоид 71, 166, 260, 457
Гвоздика 296*
Гвоздичные 295
Гейтенгамия 253
Гемин 71, 72*
Гемиделлюлоза 41, 263
Гемофилия 449
Ген 448, 467, 470
Генеративные органы 101
Генетика 10
Геном 437
Генотип 439
Геоботаника 10, 483
География растений 10
Геотропизм 116, 129, 153
Геохронологическая таблиц
429
Гераниевые 346
Герань 347
Гербарий 7
Гербиниллы 271, 481
Гетерогамное растение 178
Гетерозигота 439
Гетерозис 253, 436, 437*
Гетероплоидия 455, 463
Гетеростилия 255
Гетеротрофное питание 13
Гетерофилия 136, 137*, 285, 341
Гиалиновый слой 49*
Гибберелины 65
Гибридизация 435, 436
Гигрофиты 476
Гидатоды 80
Гидропоника 111
Гидрофиты 476
Гинцей 237*, 244, 245*
Гинкго 226, 227*
Гипокотиль 116
Гифы 192
Гледиция 335
Глеоспориум 206
Гликоген 176, 192
Глюкозиды 46
Голучные слои 124
Голантарктическая зона 484
485*
Голарктическая зона 484
Головня 203, 204*
Голосеменные 170, 211, 223
Голубика 320
Гомозигота 439
Гомологичные органы 101
Горец 301, 302*
Горечавка 355 356*
Горечавковые 355
Горичвет 278*
Горох 339*, 340
Горчина 309
Гранат 341
Гранатник 341
Гранатовые 341
Гречишные 300
Гречиха 303*
Грибница 192
Грибоводоросли 194
Грибы 169, 192
Группы крови 455
Груша 328

- Грыжник 296*
Губоцветные 370
Гуттаперча 89
Гуттация 80
- Дальтонизм 449
Дармина 375, 376*
Двулопные 272
Двудомные 240
Девасил 381
Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) 30, 31, 468*, 469*
Деление клетки гетеротипическое 68
— — гомеотипическое 68
— — не прямое 67
— — прямое 67
— — редукционное 68
Дендрология 11
Деплазмозис 50, 51*
Дерево 117
Дерматоген 102
Деревей 378
Дигут 312
Диаграмма цветка 248*
Диактиз 71*, 72*
Дивергенция 416
Дивина 369
Диплоид 71, 166, 260, 457
Диплококки 170*
Диплотена 71*, 72*
Диссимилиация 11
Дихогамия 253, 418
Доминант 439, 483
Доминирование 439, 441
Домовый гриб 202
Донник 336, 337*
Донце 147
Древесина 92
Древесинные волокна 90
Прожжевой гриб 196*
Друзы 57, 58*
Дряква аджарская 321
Дуб 289, 291*
Дубровка 325*
Дурман 366*
Пушистый горошек 341
— волосок 397
Душица 373
Дыня 306
Дягиль 350*
- Ежевика 324
Ежовник 299
Ель 231*
- Жгутиковые 176
Желтушник 307*
Женьшень 347, 348*
Жестколистный субтропический лес 486
Живца 58
Живокость 281, 282*
Жилкование листа 132, 134*
Жилочные 359
Жимолость 360
Жостер 343
- Заболонь 125
Завязь 244, 245*
Закон гомологических рядов 455
Заманиха 348
Замыкающие клетки 79
Заповедник 431
Зародыш 230, 262*
Зародышевый мешок 246*, 259*
Заросток 220, 221*
Звездчатка 295
Земляная груша 161*, 383
Земляника 324*
Земляной орех 341
Зерновка 266
Зигота 164, 221
Зиготена 71*
Зимнезеленый хвойный лес 486
Зимовник 280*
Заки 393
Змеиный 301, 302*
Золототысячник 356*
Золотушная трава 382
Зона всасывания 103*
— делящихся клеток 102
— лесная 490*
— роста 103*
- Зональность 489*
Зонтичные 348
Зооспора 164, 193
- Ива 310*
Ивовые 310
Изменчивость 413, 453
— комбинативная 453, 454
— наследственная 453
— ненаследственная 453
Изогамия 165, 178
Изотипия 437
Изотопы 112
Инбридинг 436
Инжир 285, 287*
Интегумент 225*, 245
Интеркинез 70
Интерфаза 70
Интина 220, 228, 243*
Интродукция 270
Инулин 45*
Индукт 436
Ионизирующее излучение 466
Ирга 330
Исландский мох 210
- Какао 312, 313*
Кактус 148*
Калган 325*
Календула 380
Калина 359
Калтеза 87
Камбий 75
Камеди 58
Каменные клетки 89, 91
Камеломковые 334
Камыш 392
Канатник 316
Капуста 309
Карокинез 67
Карноплазма 34
Каротин 38
Каротиноиды 38
Картофель 365, 366*
Карты хромосом 453
Касатиковые 388
Касатик 390*
Касия 335, 336*
Кастрация 437
Каулерпа 30*, 182
Каштан 289
Кедр 230
Кенаф 316
Кила капустная 192
Кипарис 232, 233*
Кистевик 197*
Китайка 329
Китайский орех 371
Кладония 148*
Кладифора 180*
Клевер 337
Клейстогамия 252
Клетка 26*, 27
— археспориальная 241
— генеративная 242
— пропускная 106
Клетки-спутницы 86
Клеточная теория 7, 420
Клеточный сок 44
Клетчатка 41
Клецелина 316*
Кликолистный 170, 210, 217
Клубеньки 108, 112*
Клубнелуковица 147, 385*
Клубни 145
Клубника 325
Клюква 320
Коаперват 405
Ковыль 483, 492
Козлятник 338, 339*
Ковки 170*
Колленхима 89*
Колос 249*, 250
Колосок 249
Колхицин 463
Копраби 148*
Колчухи 137*, 147*, 148
Конвергенция 417
Конидиеносцы 197*, 198
Конидии 197*, 198
Коноплевые 285
Конюпки 286, 288*
Конус нарастания 75*, 102
Кора вторичная 107
— первичная 105, 106*
Корень 101
- Кориандр 349
Коричник 276, 277*
Коричное дерево 277
Корица 277
Корка 83, 126
Корневая шейка 101
Корневидные 146
Корневое давление 128
Корневые волоски 103*
— отпрыски 102
Корнеклубни 110
Корнеплоды 110*, 111*
Коробочка 267, 268*
Коровяк 369
Коронария 297, 298*
Корпус 114
Космополиты 484
Костянка 268, 269*
Крапива 287, 290*
Крапивные 287
Красавка 363, 364*
Крахмал 52, 53*, 54
Крахмальные зерна 52*, 53, 54
Креационизм 410
Крестоцветный 377*
Крестоцветные 306
Кровохлебка 326*
Кроссифлор 451, 452*
Крушина 340*, 342, 343
Крушинные 342
Крылатка 266, 267*
Ксантофилл 38
Ксерофиты 476
Ксилема 92
Кузмичева трава 234*
Куколь 295
Кукуруза 396*
Кукушкин лен 213
Кукушкины слезки 392
Кустарник 117
Кутикла 42*, 78
Кутинизация 41
- Лаванда 372
Лавр 276, 277*
Лавровишня 333
Лавровые 276
Ламеллы 37
Ламинария 187, 188*
Ландыш 388*
Лепчатка 325*
Латекс 87
Лебедовые 298
Левзея 380
Лейкопласты 38*
Лен 346
Леновые 345
Лепесток 237*, 239*
Лептотена 71*
Лесной орех 294*
Лесостепь 492*
Лесотундра 490
Летучка 266, 267*
Лещина 294*
Лжеакация 341
Лианы 116
Либриформ 90
Лигнин 41
Лизингенные вместилища 95
Лизосомы 36
Ликоподий 216, 217*
Лилейные 384
Лилля 384
Лимон 344
Лимонник 275*
Липа 311, 312*
Липовые 311
Лист 130, 139
Листовенница 231
Листовенничная губка 202, 203*
Листовка 266, 268*
Листорасположение 134
Листолюбительные растения 169
Лихенология 11
Лишайники 169, 208*, 209*
Ложечная трава 309
Ложечница 309
Лоза 310*
Лопух 380
Лоховые 342
Луб 92
Лубяные волокна 90
Луга 488, 491
Лук 385, 386*, 387
Луковички подземные 147
Луковица 146*, 147
Луковые 386

- Лучи радия 463, 466
 — рентгеновы 463, 486
 — ультрафиолетовые 463
 Лучистые грибы 207
 Луизицы 185*
 Любка 392
 Люпин 337
 Лютик 279*
 Лютиковые 277
 Люффа 306
 Людерна 337
 Ляденец 337

 Магнолиевые 274
 Магнолия 274*
 Манс 396*
 Мак 283, 284*
 Маковые 283
 Малина 323*
 Мальва 313, 314*
 Мальвовые 313
 Мамонтово дерево 232
 Мандарин 345
 Маралий корень 380
 Маревые 298
 Марена 358
 Мареновые 357
 Маршанция 212*
 Мать-и-мачеха 379*
 Маун 360*
 Махорка 367*
 Мацерация 40
 Маш 341
 Мегаспора 164, 225, 246
 Мегаспорангий 224*
 Мегаспорофилл 224*
 Медвежье ухо 319
 Междоузлия 113
 Межклетники 43
 Мезокарпий 265
 Мезофилл 138
 Мезофиты 476
 Мейоз 67, 70*
 Мелисса 373
 Мембрана плазматическая 49*
 Мензор 163
 Меристема 74, 75*
 Метафаза 67, 68*
 Метелка 249*, 250
 Метод меченых атомов 112
 Микология 10
 Микориза 108, 113*
 Микотрофное питание 109
 Микробиология 10
 Микрофиле 225*, 245
 Микроскоп световой 26
 — электронный 26
 Микросомы 36
 Микроспора 164
 Микроспорангий 224*
 Микроспорофилл 224*, 226
 Микроэлементы 110
 Миксомицеты 169, 191
 Мимоза 335
 Мимозовые 334
 Миндаль 331, 332*
 Миртовые 341
 Митоз 67
 Митохондрии 35, 36
 Мицелий 192
 Млечники 87, 88*
 Млечный сок 87
 Многодомные растения 240
 Модификация 453, 454
 Можжевельник 232*, 233
 Мозаика листовая 143*
 Молочай 317
 Молочайные 316
 Монокарпические растения 251
 Моносомия 463
 Мордовник 381
 Морковь 351
 Морозник 280*
 Морозка 324
 Морская капуста 190
 Морской салат 190
 Морфология 9
 Мотыльковые 335
 Мох 213, 214*
 Мохообразные 169, 210, 211
 Мутации 453, 454, 455
 Мутагены 463
 Мухомор 202
 Мучнистая роса 198*, 199
 Мушмула 330
 Мыльный корень 297*
 Мыльнянка 297*

 Мышатник 336, 337*
 Мята 370, 371*

 Надсемядольное колено 116
 Наперстянка 368*
 Наследственность 413, 435
 — цитоплазматическая 453
 Насии 153
 Натурализация 271
 Неклеточное строение 28, 183
 Нектарники 95*, 245*, 255
 Несовершенные грибы 206
 Низшие растения 169
 Нисходящий ток 83
 Нитрагин 108
 Ноготки 380
 Норичниковые 363, 367
 Носток 177*, 178
 Ночная фиалка 392
 Нуклеиновые кислоты 30
 Нуклеоплазма 34
 Нуклеотиды 30, 31
 Нут 341
 Нуцеллус 225* 245*

 Облепиха 342
 Обмен веществ 11
 оболочка клеточная 39, 40
 — ядерная 34
 Овес 396
 Огурец 305, 306*, 279*
 Однодольные 272
 Однодомное растение 240
 Одревеснение 41
 Одуванчик 383
 Околоплодник 265
 Околоцветник 239
 Окопник 362*
 Окулировка 162, 164*
 Олений мох 210
 Ольпидий 194
 Ольха 293*
 Омега 353, 354*
 Онтогенез 153, 420
 Оогамия 179
 Оогоний 179
 Оний 88, 283
 Оплодотворение 257, 258
 — двойное 260
 Опробковение 41
 Опыление 256, 257*
 Органоиды 27
 Орех 266, 294
 Ореховые 294
 Орешник 294*
 Орнитофилия 254
 Орхидные 391
 Осина 311
 Ослизняние 42
 Осмос 50
 Осока 392, 393*
 Осоковые 392
 Осокорь 311
 Осциллятория 177*, 178
 Отбор бессознательный 414
 Отбор естественный 416
 — индивидуальный 471
 — искусственный 414
 — массовый 471

 Пазуха листа 114
 Палеоботаника 10
 Пальма финиковая 398, 399*
 Пальмовые 398
 Пампас 488
 Панакс женшень 347, 348*
 Папоротник мужской 219, 220*
 Папоротникообразные 170, 211, 219
 Паразит 43
 Паренхима 139
 Партеногенез 261
 Парша порошистая 192
 Паслен 367
 Пасленовые 363
 Пастеризация 174
 Пастернак 352
 Пастушья сумка 308*
 Пахитена 71*
 Пектиновые вещества 40, 49
 Пеларгония 347
 Пенициллин 197
 Пенициллиум 197*
 Первоцвет 321, 322*
 Первоцветные 321
 Перекати-поле 267
 Переступень 304*

 Перец 301, 302*, 364
 Перилема 103
 Перидерма 81, 83*
 Перисперм 261
 Перичикл 106*
 Персик 333
 Пестик 237*, 245*
 Петрушка 352
 Петунья 367
 Печеночница 212*
 Печерица 201*
 Пигменты 46
 Пижма 381
 Пиннулярия 186, 187*
 Пиретрум 378
 Пихта 231*, 232
 Плазма ядерная 34
 Плазмодесмы 40, 41*
 Плазмодий 192
 Плазмодиофора 191*, 192
 Плазмалемма 32
 Плазмолит 50, 51*
 Плазмолит 194
 Планктон 187
 Пластиды 37
 Пластинка листа 130*
 Плаун 216, 217*
 Плацента 245
 Плаунообразные 170, 210, 216
 Плерома 103
 Плетя 116
 Плодолистики 237*
 Плющ 347
 Побег 113
 Подбел 379*
 Подвесок 262*
 Подвой 161
 Подорожник 369
 Подорожниковые 369
 Подсемядольное колено 116
 Подсолнечник 382
 Покровосеменные 224, 234
 Покровосеменные 170, 211, 236
 Полезатное лесоразведе-
 ние 479
 Поликарпические растения 251
 Полиплоидия 455, 457, 458,
 459, 460, 461
 Полисомия 455
 Полиспермия 250
 Полиэмбриония 262
 Полукустарники 117
 Полупроницаемая перегород-
 ка 49
 Полынь 375, 376*
 Полярность 100, 129
 Полярные ядра 246
 Померанцевые 344
 Помидор 365
 Поражение лучевое 466
 Порогания 259
 Поры 85*
 Початок 250
 Почва 478
 Почечуйная трава 302
 Почка 114
 Престорок 214*
 Прерии 488
 Прививки 161, 163*, 164*
 Привой 161
 Прилистники 130*, 131
 Прицветники 137*, 238
 Пробка 81, 83*
 Пробковый камбий 81
 Провитамины 61
 Проволяющие пучки 91
 Провонхима 139
 Прокамбий 94
 Пропласты 38
 Провирин 314*
 Просо 397
 Прострел 279
 Протерандрия 253
 Протерогиния 253
 Протококковые 181
 Протонема 214*
 Протопектин 40
 Протопласт 27
 Профаза 67, 68*
 Псаммофиты 480
 Псилофиты 170, 210, 215, 428
 Пыльница 372*
 Лушница 392
 Пшеница 394, 395*
 Пыльцевая трубка 226*, 229,
 245*, 258, 259*
 Пыльцевод 225*, 226*, 245

- Пырей 398
 Пьяная трава 336, 337*
 Радиальный пучок 93, 125
 Радиация естественная 467
 Размножение 158
 Рак картофельный 193, 194*
 Раковая шейка 302*
 Ракита 310*
 Рами 288
 Раствор гипертонический 50
 — гипотонический 50
 — изотонический 50
 Растения высшие 169
 — индикаторы 478
 — листостебельные 169
 — низшие 169
 — светолюбивые 477
 — слоевищные 169
 — теневыносливые 477
 Растительность 483
 Расщепление 439, 441
 Рафиды 57*
 Ревень 300, 301*
 Регенерация 158
 Редис 309
 Редукционное деление 71*, 166
 Редька 309
 Рекомбинация 451
 Реликт 484
 Рена 309
 Решетка Пеннелла 439, 440*
 Рецессивный признак 439
 Реципрокный 441
 Ржавчинные грибы 204, 205*
 Рибонуклеиновая кислота (РНК) 30, 31, 469
 Рибосомы 35
 Ризоиды 211, 216, 220
 Рис 397*
 Ризина 316*
 Рожь посевная 395*, 465
 Розы 326, 327*
 Розаные 322
 Розовые 322
 Ромашка тетраплоидная 465
 Ромашки 377, 378*
 Рост 11
 — вставочный 114
 — интеркалярный 114
 Ростовые вещества 160
 Росляк 79
 Росляковые 334
 Рутовые 344
 Рыльце 244, 245*
 Рябина 329
 Рябинка дикая 381
 Сабур 385
 Саванны 488
 Саговник 224*
 Саговниковые 223, 224
 Сален 382
 Сальвиния 222
 Самообесплодность 253
 Самообновление 11
 Самоопыление 252
 Сапропель 191
 Сапрофит 13
 Сардины 170*
 Сахарный тростник 398
 Свекла 298, 299*, 464
 Светолюбивые растения 477
 Селагинелловые 216
 Селекция 471
 Селитра воздушная 108
 Сельдерей 352
 Семенные папоротники 429
 Семядоля 262
 Семянка 266
 Семяножка 245
 Семяносец 245
 Семяпочка 225*, 229, 245
 Семя 335, 336*
 Сердцевинный луч 124
 Серезжа 250
 Сетчатый аппарат Гольджи 35
 Симбиоз 208
 Симметрия 100, 240*, 241
 Синапсис 71*, 72*
 Синдром Дауна 472
 — Клайнфельтера 472
 — Перешевского—Тернера 473
 Синапсизис 71*
 Синк 362
 Синоха 361
 Синоховые 361
 Системы естественные 168
 Системы искусственные 167
 — филогенетические 169
 Систематика 9
 Ситовидные трубки 86
 Склерификация 264
 Склериды 89, 91
 Склерехима 89, 90*
 Склероции 199*, 200
 Скополия 363
 Скрепявание 435, 437
 Слива 330
 Слизевик 169, 191
 Слоевищные растения 169
 Сложноцветные 373
 Смоляные ходы 95, 125
 Сморок 200*
 Сокирки полевые 281, 282*
 Солодка 337, 338*
 Соломина 115*, 116, 117
 Сонная одурь 363, 364*
 Сон-трава 279
 Сообщество 482
 Соплодие 265
 Сорго 398
 Соредии 210
 Сорусы 220*, 221*
 Сосна 228, 229*
 Сосудисто-волоконистые пучки 91
 Сосуды 84, 85*, 86
 Соцветия 249*
 Социал-дарвинизм 424
 Соя 341
 Спаржа 387, 388*
 Спаржевые 387
 Сперматозоиды 165, 179, 221*
 Спермии 165, 242, 259*
 Спирей 323
 Спиралли 170*, 171
 Спирогира 184*
 Спороангии 193, 220*
 Спора 164, 221*
 Страстоцветные 304
 Стратификация 264
 Спорогоспора 192
 Спорофит 165, 211
 Споринья 199*
 Спорыш 300
 Стальник 339
 Стародубка 278*
 Стафилококки 170
 Стебель 116
 Стела 120, 126
 Степь 488
 Стерилизация 174
 Стерильность 174
 Стеркулиевые 312
 Столетник 385
 Столоны 145
 Стрелка 116
 Стрелолист 383
 Стрептококки 170*
 Стрептомицин 207
 Стробила 223, 228
 Строчок 200*
 Стручок 267, 268*
 Стручочек 267, 268*
 Суберин 41
 Суккуленты 148, 476
 Сукцессия 482
 Сумчатые грибы 198
 Сушеница 376
 Сфагновый мох 215
 Сферотека 198
 Схизогенные вместилища 95
 Сцепление генов 449
 Сыть 392
 Табак 366, 367*
 Таволга средняя 323
 Тайга 490
 Тамин 352
 Танниды 46
 Телеология 418
 Телетоспоры 204, 205*
 Телофаза 68*, 70
 Теневыносливые растения 477
 Термопсис 336, 337*
 Терн 330
 Терраминин 207
 Тетраплоид 457
 Тиллы 86
 Тимпан 373
 Тип растительности 483
 Типы растений 169, 170
 Тисс 227, 228*
 Ткани 74
 Тмин 351*
 Токсины 48
 Толокнянка 318*, 319
 Томат 365
 Тонoplast 32, 49
 Топинамбур 161*, 383
 Тополя 311
 Торус 85
 Торф 214
 Транспирация 144
 Трансформизм 408
 Трахеи 84
 Трахеиды 84
 Трепел 187
 Трилистник 356*
 Триплоид 457
 Трисомия 463
 Трисомия 463, 472
 Трифоль 356*
 Триходерма 206
 Трихофитон 206
 Трутовик 202, 203*
 Трюфели 200
 Тунговое дерево 317
 Тундра 488, 490
 Туника 114
 Тургор 51*
 Турнепс 309
 Тухтовое дерево 285, 286*
 Тувовые 234
 Тыква 305*
 Тыквенные 304
 Тысячелистник 378
 Тюльпан 385
 Тюльпанное дерево 275
 Узлы 113
 Укроп 351
 Улотрикс 180*
 Улотрикс 180*
 Улотрикс 180*
 Устьица 79, 80, 82*
 Ушки 130*
 Фаги 175
 Фармакопей 109
 Фасоль 341
 Феллодерма 81, 82, 83*
 Феллоген 81, 82, 83*
 Фенилкетонурия 472
 Фенотип 439
 Фенхель 349*
 Ферменты 59, 60
 Ферула 352, 353*
 Фиговое дерево 285, 287*
 Физиология 10
 Фикомитеты 194
 Филогенез 153, 168, 420
 Филлодии 137
 Филлокладия 148*, 149
 Фитонциды 65
 Фитофтора 194, 195*
 Фитоценология 483
 Флора 92
 Флора 483
 Флюктуация 454
 Формация растительности 486
 Формула цветка 248
 Фотоперриодизм 155
 Фотосинтез 11, 12, 143, 144
 Фототропизм 129
 Фузариум 206
 Халаза 245*
 Халазогамия 259
 Хвойные 227
 Хвощ 217, 218*, 219*
 Хвоя 131, 132*
 Хвоя 317
 Хемосинтез 13
 Химеры 163, 457
 Хинное дерево 357*, 358
 Хламидомонада 179*
 Хлопчатник 314, 315*
 Хлорелла 181*
 Хлороз 142
 Хлорококк 181*
 Хлоропласты 14*, 37
 Хлорофилл 142
 Хмель 286, 289*
 Хондриосомы 35
 Хрен 309
 Хрозофора 317
 Хроматиды 67, 71
 Хроматин 34
 Хроматофоры 37
 Хромомеры 69
 Хромонема 69, 71
 Хромопласты 38*
 Хромосомы 67, 68*, 69*, 448
 Хроококк 177*, 178

- Цветки 237, 239*
 Цветоложе 237*, 238
 Цветонос 237*
 Цезальпиниевые 335
 Целесообразность органичес-
 кая 417
 Целлюлоза 39
 Центральный осевой цилиндр
 105, 106*
 Центросома 39
 Цикламен 321
 Цикута 353, 354*
 Цинхона 357*, 358
 Цистолиты 43*
 Цитварное семя 376
 Цитокинез 70
 Цитология 10
 Цитоплазма 28
 Цитрус 344
 Цитрусовые 344
 Цмин 380
 Чага 203
 Частуховые 383
 Чашелистик 237*, 238
 Чебрец 373
 Чемерица 384, 385*
 Черёда 382
 Чередование поколений 165,
 211
 Черемуха 333
 Черемша 386*
 Черенок 159, 161
 Черешок листа 130
 Черешня 331
 Черная ножка 194
 Черника 319*, 320
 Чернобыльник 376
 Чернокорень 362*
 Черногорка 278*
 Чеснок 386*, 387
 Чесночник 309
 Чехлик корневой 102, 103*
 Чечевича 341
 Чечевички 82
 Чешуйки железистые 94
 — колосковые 394*
 — цветковые 394*
 Чина 341
 Чистотел 283, 285*
 Чуфа 392
 Шалфей 370, 371*, 418
 Шампиньон 201*
 Шафран 389*
 Шелковица 285, 286*
 Шерошница 359
 Шиповник 326, 327*
 Шишконосные 223, 226
 Шоколадное дерево 312, 313*
 Цавелевая кислота 44
 Щавель 300
 Эвглена 176, 177*
 Эволюционизм 410
 Эдафические факторы 478
 Эйкоммиевые 284
 Экина 220, 228, 243*
 Экзодерма 106*
 Экзокарпий 265
 Экология 10
 Экотип 476
 Эмбриология 10
 Эндемик 484
 Эндодерма 106*
 Эндокарпий 265
 Эндоплазматический ретику-
 лум 35
 Эндосперм 225, 260
 Энзимы 59
 Энтомофильное растение 255
 Эпитема 81, 103, 106*
 Эпидерма 77*, 78*, 81*, 242
 Эпидермофитон 206
 Эпикотиль 262
 Эра 427
 Эрозия почвы 479
 Этнотипированное растение 142
 Эуплондия 457
 Эфедра 234*
 Эфемеронды 476
 Эфемеры 476
 Эфирные масла 58
 Эпидии 206, 206*
 Эндоспоры 205
 Яблоня 328, 329*
 Ягода 268
 Ядро 33, 34
 — древесины 125
 Ядрышки 34
 Язычок 130*
 Яйцевлетка 165, 179, 245* 246*
 Янтарь 407
 Ярус фитоценоза 482, 483
 Ясменник 359
 Ятрышник 391*
 Ятрышниковые 391
 Ячмень 395

Латинские названия и термины

УКАЗАТЕЛЬ

(цифры со звездочкой означают страницу, на которой помещен рисунок)

- Abies** 231*, 232
Abutilon 316
Acacia 334
Achillea 378
Achrorion 206
Aconitum 280, 281*
Acorus 399, 400*
Actinomyces 207
Adonis 278*
Agaricaceae 201
Agropyron 398
Agrostemma 295
Ajchemilla 261
Aleurites 317
Alismataceae 383
Alliaceae 386
Alliaria 309
Allium 261, 386, 387
Alnus 293*
Aloe 385
Althaea 313, 314*
Amelanchier 330
Amentum 250
Ammi 354
Amygdalus 331, 332*, 446
Anabasis 299
Androceum 241, 248
Anemone 278
Anethum 351
Angelica 350*
Angiospermae 170, 211, 236
Anisum 348
Anthoxanthum 397
Apium 352
Araceae 399
Arachis 341
Araliaceae 347
Aralia 347
Araucaria 227
Archangelica 350*
Archimycetes 193
Arctium 380
Arctostaphylos 318*, 319
Armenia 332
Arnica 379
Artemisia 261, 375, 376*
Ascomycetes 196
Asparagaceae 387
Asparagus 387, 388*
Aspergillus 198
Asperula 359
Aspidium 219
Astragalus 340
Atropa 363, 364*
Avena 396
Azotobacter 19, 208

Bacillus 66
Bacteriophyta 169, 170
Bambusoidae 394
Basidiomycetes 201
Batrachospermum 189
Bennettiales 236
Berberidaceae 282
Berberis 282*
Beta 298, 299*
Betula 291, 292*
Betulaceae 291
Bidens 382
Blastomyces 197
Boehmeria 288
Borraginaceae 361
Botrydium 187
Botrys 249
Brassica 148*, 309
Bryonia 304*
Bryophyta 169, 210, 211
Bupleurum 354
Caesalpiniaceae 335
Calathidium 250
Calendula 380
Calluna 319
Calyx 238, 248
Cannabaceae 285
Cannabis 286, 288*
Capitulum 250
Caprifoliaceae 359
Capsella 308*
Capsicum 364
Caragana 341
Carex 392, 393*
Carum 351*, 352
Caryophyllaceae 295
Cassia 335, 336*
Castanea 289
Caulerpa 30*, 182
Caulis 100
Centaurea 382
Cerasus 331
Cetraria 210
Chara 185*
Charae 185
Chelidonium 283, 285*
Chenopodiaceae 298
Chlamydomonas 179*
Chlamydomonadophyta 234
Chlorella 181*
Chlorococcum 181*
Chlorophyta 169, 178
Chroococcus 177*, 178
Chrozophora 317
Cicer 341
Cicuta 353, 354*
Cinchona 357*, 358
Cinnamomum 276, 277*
Cirrhia 148
Citrullus 305
Citrus 344, 345
Cladonia 172*
Cladophora 180*
Classis 169
Claviceps 199
Clostridium 19
Cochlearia 309
Colchicum 384, 385*
Compositae 373
Coniferophyta 226
Conium 353
Conjugatae 184
Convallaria 388*
Copernicia 42
Cordaitales 226
Coriandrum 349
Corolla 239, 248
Coronaria 297, 298*
Corylus 294*
Corymbus 250
Crataegus 329
Crepis 69
Crocus 389*
Cruciferae 306
Cucumis 305, 306
Cucurbita 305
Cucurbitaceae 304
Cupressaceae 233
Cupressus 233*
Cyanophyta 169, 176
Cycadinae 224
Cycas 224
Cyclamen 321
Cydonia 327
Cynoglossum 362*
Cyperaceae 392
Cyperus 392

Datura 366*
Daucus 351
Delphinium 281, 282*
Dianthus 296*
Diatomeae 169, 186
Dicotyledoneae 273
Digitaria 368*, 369
Discomycetales 200
Drosera 334
Droseraceae 334
Drosophila 449
Dryopteris 219, 220*

Echallium 306
Echinopanax 348
Echinops 381
Echium 362
Elaeagnaceae 342
Ephedra 234*, 235
Epidermophyton 206
Equisetum 217, 218*
Ericaceae 318
Eriophorum 392
Erysimum 307*, 308
Erysiphe 199
Erythraea 356
Erodium 347
Escherichia 172
Eucommia 89
Eucommiaceae 284
Euglena 176, 177*
Euonymus 89
Euphorbia 317
Euphorbiaceae 316

Fagaceae 288
Fagopyrum 303*
Fagus 290, 292*
Familia 169
Ferula 352, 353*
Ficus 285, 287*
Filicales 219
Filices 219
Filicineae 219
Flagellata 176
Flos 237
Foeniculum 349*
Folium 100
Fomes 202
Fomitopsis 202
Frangaria 324*, 325
Frangula 340, 342
Fructus 100
Fungi 169, 192
Fungi imperfecti 206
Fusarium 206

Galega 338, 339*
Gentiana 355, 356*
Gentianaceae 355
Genus 169
Geraniaceae 348
Ginkgo 226, 227*
Ginkgoales 226
Gleditschia 335
Glicine 341
Gloeosporium 206
Glycyrrhiza 337, 338*
Gnaphalium 376, 377*
Gossypium 314, 315*, 458
Gramineae 393
Gratiola 369
Gymnospermae 170, 211, 223
Gynoeceum 244, 248
Grossularia 334

Helianthus 382, 383
Helichrysum 380
Helleborus 280*
Helvella 200
Hepaticae 212
Herniaria 296*
Hibiscus 316
Hieracium 261

- Hippophaë 342
 Hordeum 395
 Humulus 286, 289
 Hydropterides 219, 222
 Hyoscyamus 364*

 Inonotus 203
 Inula 381
 Iridaceae 388
 Iris 390*
 Isocontae 179

 Juglandaceae 294
 Juglans 294
 Juniperus 232*, 233

 Kallima 417

 Labiatae 370
 Laminaria 187, 188*
 Lappa 380
 Larix 231
 Lathyrus 341
 Lauraceae 276
 Laurocerasus 333
 Laurus 276
 Lavandula 372
 Ledum 318*
 Lens 341
 Leonurus 372*
 Lichenes 169, 208
 Lichnis 297
 Ligula 393
 Liliaceae 384
 Lilium 385
 Linaceae 345
 Linum 346
 Liriodendron 275
 Loniceria 360
 Lotus 337
 Luffa 308
 Lupinus 337
 Lycophyta 216
 Lycopersicum 365
 Lycopodium 216, 217*

 Magnolia 274*, 275
 Magnoliaceae 274
 Malva 314*
 Malvaceae 313
 Malus 328, 329*
 Marattiales 219
 Marchantia 212*
 Matricaria 377, 378*
 Melilotus 336, 337*
 Melissa 373
 Mentha 370, 372*
 Menyanthes 356*
 Merulius 202
 Mespilus 330
 Microsphaera 199
 Microsporium 206
 Mimosa 335
 Mycobacterium 172
 Mimosaceae 334
 Monocotyledoneae 383
 Moraceae 284
 Morchella 200
 Morus 285, 286*
 Mucor 194, 195, 196
 Musa 390
 Musaceae 390
 Musci 213
 Myxophyta 169, 191

 Nicotiana 366, 367
 Nostoc 177*, 178

 Ocimum 371
 Olpidium 194
 Ononis 339
 Oomycetales 194
 Orchidaceae 391
 Orchis 391*, 392
 Ordo 169
 Origanum 373
 Oryza 397
 Oscillatoria 177*, 178
 Oryzococcus 320

 Padus 333
 Palaquium 89
 Palmaceae 398
 Panax 347, 348*
 Panicoideae 396
 Panicula 250
 Panicum 397
 Papaver 283, 284*
 Papaveraceae 283
 Papilionaceae 335
 Paris 388
 Parmelia 210
 Pelargonium 347
 Penicillium 197
 Perigonium 239, 248
 Perisporiales 198
 Persea 277
 Persica 333
 Petala 239
 Petroselinum 352
 Phaseophyta 169, 187
 Phaseolus 341
 Phoenix 398, 399*
 Phycomycetes 194
 Phytophthora 194
 Picea 231*
 Pimpinella 349
 Pinnularia 186, 187*
 Pinus 228, 229*, 230, 231
 Pirus 328
 Pisum 339*, 340
 Plantaginaceae 369
 Plantago 369
 Plasmodiophora 192
 Plasmopara 194
 Platanthera 392
 Polemoniaceae 361
 Polemonium 361
 Polygonaceae 300
 Polygonum 301, 302*, 303
 Polyporaceae 202
 Polyporus 202, 203
 Polytrichum 213
 Populus 311, 447
 Potentilla 325*
 Primula 321, 322*
 Primulaceae 321
 Prunus 330, 333, 446, 462
 Psalliotia 201
 Psilophyta 170, 210, 215
 Pteridospermales 224
 Pterophyta 170, 211, 219
 Puccinia 204
 Pulsatilla 279
 Punica 341
 Punicaceae 341
 Pyrethrum 378*

 Quercus 289, 290, 291*

 Racemus 249
 Radix 100
 Ranunculaceae 277
 Ranunculus 279*
 Raphanus 309
 Rhamnaceae 342
 Rhamnus 342, 343
 Rhaponticum 380
 Rheum 300, 301*
 Rhisobium 18
 Rhizoma 146
 Rhodophyta 169, 189
 Ricinus 316*
 Ribes 333
 Robinia 341
 Rosa 168, 326, 327*
 Rosaceae 322
 Rubia 358
 Rubiaceae 357
 Rubus 323*, 324*
 Rumex 300
 Rutaceae 344

 Saccharomyces 196
 Saccharum 398
 Sagittaria 383
 Salicaceae 310
 Salix 310*
 Salvia 370, 371*, 418

 Salvinia 222
 Sambucus 359*
 Sanguisorba 326*
 Saponaria 297*
 Sapotaceae 89
 Schizandra 275*
 Scilla 385
 Scirpus 382
 Scopolia 363
 Scrophulariaceae 367
 Secale 395
 Secale cornutum 200
 Selaginella 217
 Semen 100
 Senecio 377*
 Senna 335, 336*
 Sequoia 232
 Sinapis 309
 Solanaceae 363
 Solanum 365, 366*, 367
 Sorbus 329
 Sorghum 398
 Spadix 250
 Species 169
 Sphaerotheca 198, 199
 Sphagnum 214
 Sphenophyta 170, 210, 217
 Spica 250
 Spina 148
 Spiraea 323
 Spirogyra 184*
 Spongopora 192
 Stellaria 295
 Sterculiaceae 312
 Streptococcus 11
 Streptomyces 207
 Subspecies 169
 Symphytum 362*
 Synchytrium 193
 Syphnones 182

 Tanacetum 381
 Taraxacum 383
 Taxodiaceae 232
 Taxus 227, 228*
 Thallobionta 169
 Theobroma 312, 313*
 Thermopsis 336, 337*
 Thymus 373
 Tilia 311, 312*
 Tiliaceae 311
 Tilletia 203
 Tormentilla 325
 Trahyspermum 352
 Trichoderma 206
 Trichophyton 206
 Trifolium 337
 Triticum 394, 457, 458
 Tuher 145, 200
 Tussilago 379*

 Ulothrix 180*
 Umbella 250
 Umbelliferae 348
 Uncinula 199
 Uredinales 204
 Urginea 385
 Urocystis 203
 Urtica 287, 288, 290*
 Urticaceae 287
 Ustilago 203

 Vacciniaceae 320
 Vaccinium 319*, 320
 Valeriana 360*
 Valerianaceae 360
 Varietas 169
 Vaucheria 182, 183*
 Veratrum 384, 385*
 Verbascum 369
 Verticillium 206
 Viburnum 359
 Vicia 337, 341
 Vitaceae 343
 Vitis 343, 344*
 Volvocales 179
 Volvox 179*, 180
 Wellingtonia 232
 Zea 396*

Содержание

Введение	3
1. Клетка	23
История микроскопа	24
Понятие о клетке	26
Форма, величина и строение клеток	26
Цитоплазма	28
Ядро	33
Эндоплазматическая сеть, рибосомы, аппарат Гольджи, митохондрии, лизосомы и микросомы	35
Пластиды	37
Клеточная оболочка	39
Вакуоли и клеточный сок	43
Поступление веществ в растительную клетку	49
Включения в клетке, запасные и экскреторные вещества	52
Ферменты	59
Витамины	61
Гормоны. Антибиотики и фитонциды	65
Размножение клеток	66
2. Растительные ткани	73
Образовательные ткани	74
Питающие или основные ткани	76
Покровные ткани	77
Проводящие ткани	83
Механические ткани	89
Проводящие пучки	91
Выделительные ткани и выделительная система	94
Изменение тканей вследствие воздействия среды	96
3. Вегетативные органы высших растений	99
Корень	101
Побег	113
Стебель	116
Лист	130
Метаморфозы побега	145
4. Рост и развитие растений	151
Рост растений	152
Развитие	153
5. Размножение растений	157
Вегетативное размножение	158
Бесполое размножение	164
Половое размножение	164
6. Систематика растений	167
Тип бактерии — Bacteriophyta	170
Тип синезеленые водоросли — Cyanophyta	176
Тип зеленые водоросли — Chlorophyta	178
Тип диатомовые водоросли — Diatomeae	186
Тип бурые водоросли — Phaeophyta	187
Тип красные водоросли — Rhodophyta	189
Тип слизевики, или миксомицеты, — Myxophyta	191
Тип грибы — Fungi, или Mycetes	192
Тип лишайники — Lichenes	208
Тип мохообразные — Bryophyta	211
Тип псилофиты — Psilophyta	215
Тип плаунообразные — Lycophta	216
Тип клянолистные, или членистые — Sphenophyta	217
Тип папоротникообразные — Pterophyta	219
Эволюция типов высших (споровых) растений	222
Тип голосеменные — Gymnospermae	233
Тип покрытосеменные — Angiospermae	236
Цветок (Flos)	237
Соцветия	249
Цветение и опыление	251

Оплодотворение	259
Семя и плод	261
Интродукция, акклиматизация и натурализация	270
Классификация покрытосеменных	272
Класс Двудольные, или Двусемядольные	273
Класс Однодольные, или Односемядольные	383
Эволюция типа покрытосеменных растений	400
7. Учение об эволюции органического мира	403
Происхождение жизни на Земле	404
История идей эволюции	405
Чарлз Дарвин	411
Теория естественного отбора	413
Понятие о виде	421
Оценка теории Дарвина классиками марксизма-ленинизма	422
Развитие учения Дарвина и борьба за дарвинизм	423
История растительного и животного мира	427
8. Основы генетики	433
Наследственность	435
Скрещивание	435
Моногибридное скрещивание	438
Дигибридное скрещивание	443
Отдаленное скрещивание	446
Материальные основы наследственности	448
Изменчивость	453
Полиплоидия и гетероплоидия	457
Способы искусственного получения мутаций	463
Радиационная генетика	466
Ген в современном понимании	467
Генетика и селекция	470
Генетика и медицина	472
9. Элементы экологии, фитоценологии и географии растений	475
Элементы экологии	476
Климатические факторы	476
Почва	478
Рельеф местности	480
Биотические факторы	480
Антропогенные факторы	481
Элементы фитоценологии	482
Элементы географии растений	484
Типы растительного покрова	486
Растительность СССР	489
Предметный указатель	496
Латинские названия и термины	501

ЖУРЕБИН АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ

Ботаника
с основами общей биологииРедактор И. М. Краевский
Технический редактор З. А. Романова
Корректор Л. В. Ицкович
Художественный редактор И. М. Иванова
Оформление художника
В. Д. МеджитовойСдано в набор 13/IX 1968 г. Подпи-
сано к печати 14/XI 1968 г. Форма
бумаги 70×108¹/₁₆. 31,5 печ. л. (ус-
ловных 44,10 л.). 36 43 уч. изд. л.
Бум. № 2. Тираж 30000 экз. Т-12876
МУ-11.Издательство «Медицина», Москва,
Петроверигский пер. 6/8.Заказ 351. 11-я типография Главпо-
лиграфпрома Комитета по печати
при Совете Министров СССР. Москва,
Нагатинская ул., д. 1.

Цена 1 р. 48 к.