

ГОСУДАРСТВЕННО-НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА

Д-р РЕЙНОЛЬДС ГРИН

НАЧАТКИ
БОТАНИКИ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1922

Российская Социалистическая Федеративная Советская
Республика

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

Д-р РЕЙНОЛЬДС ГРИИ

НАЧАТКИ БОТАНИКИ

ПЕРЕВОД С АНГЛИЙСКОГО
С. Г. ЗАЙМОВСКОГО

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ ПОД РЕДАКЦИЕЙ
ПРОФ. Д. И. КУРСАНОВА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО, Р.С.Ф.С.Р.
БЕРЛИН 1922

Типография Шпамера в Лейпциге.

ГЛАВА I.

Введение.

Первое, что нам бросается в глаза, едва мы удаляемся от городской жизни и обстановки, это — зеленое растение. Мы шагаем по траве и другим растениям, одевающим поверхность земли, мы гуляем под деревьями, вокруг кустов, вдоль живых изгородей, или же наслаждаемся красотой и ароматами благоустроенного сада. Но во всем этом обилии растительности от нашего взора может ускользнуть одно обстоятельство — именно, что ~~все~~ эти растения, деревья, кусты, травы и т. д., живут. Мы не отрицаем этого факта, когда нам о нем говорят, но едва ли мысль о нем господствует в наших общих представлениях об окружающих нас предметах. Вероятно, это происходит оттого, что мы не замечаем в растениях движение, если не считать покачивания нежных веточек или сучков и трепетания листьев; в наших житейских представлениях движение кажется неразрывно связанным с беспрестанным изменением местоположения, т.-е. с перемещением. Но если нам желательно знать о растениях больше того, что может дать поверхностный взгляд, мы должны твердо запомнить два основных факта, около которых вращается вся жизнь растения: во-первых, что ~~растения~~ суть живые

создания; во-вторых, что они проводят всю свою жизнь на том самом месте, на котором начинают ее. Таково общее правило относительно большинства растений, наблюдаемых нами вокруг себя, хотя есть из него и исключение: это, главным образом, многие водяные растения, передвигаемые с места на место силою течения воды.

Тот факт, что растение живет и ведет себя, как живой организм, предполагает ряд других фактов. Растение должно получать соответственное и достаточное питание; оно должно обладать некоторою способностью приспособления к окружающей среде, уметь защищаться от возможных опасностей, преодолевать затруднения, создаваемые окружающей обстановкой, и пользоваться могущими представиться преимуществами. Хотя бы в малой степени оно должно обладать умением учитывать свои отношения к окружающей обстановке или замечать изменения, происходящие в ней — напр., со стороны освещения, влаги и температуры, к которым растению приходится приспособляться.

Второй факт — то, что растение не может по произволу менять свое местоположение, — делает перечисленные потребности еще более насущными. Необходимо также, чтобы растение было достаточно надежно прикреплено к своему месту, находилось в таком положении, которое давало бы ему возможность спокойно пользоваться всеми выгодами окружающей обстановки. Далее, растение нуждается в некоторой способности принародливать разные свои части к воздуху и к почве, в которой оно укреплено; и там и здесь перемены бывают и часты, и порою резки.

Так как единственным источником пищи для растения могут служить только воздух и почва, а также находящаяся в ней в том или ином количестве вода, то растение должно быть построено так, чтобы те самые части, которые служат ему якорем или опорой, могли доставлять ему запасы различных материалов, которые в конце концов становятся питательной средой.

Следующей потребностью каждого живого организма является нужда в обладании средствами произведения на свет потомства, которое могло бы преуспеть на великой арене природы. Прикрепленному организму это создает затруднения, от которых избавлено свободно движущееся животное, но эти затруднения растение обошло приспособлениями к своему образу жизни, которые принадлежат к числу самых сложных и совершенных в природе.

Так жизнь растения свидетельствует нам о неустанной борьбе его с неблагоприятными условиями небо'ятного мира природы; о способности учитывать затруднения и бороться с ними; наконец, о способности извлекать пользу из могущих представиться преимуществ почвы и воздуха, а также из выгод союза и соревнования с другими растениями.

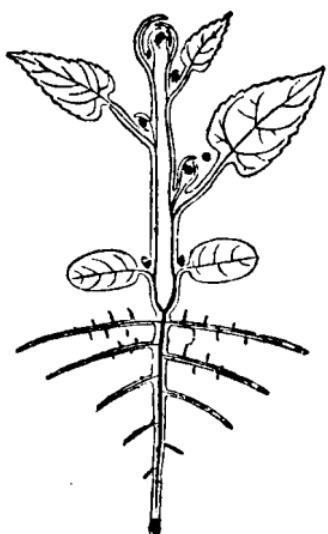
Нам хорошо известно, что одна часть обыкновенного зеленого растения бывает укреплена в почве. Эта часть носит название корня и во многом отличается от части, поднимающейся в воздух (рис. 1). Тело растений, живущих в воде, также оказывается разделенным на подобные две части. У них также имеется корневая часть, лишенная зеленой окраски и зарытая в почву или ил на дне водоема; и другая

часть, поднимающаяся вверх, иногда до самой поверхности воды. Это обстоятельство мы часто выражаем фразой, что растение состоит из корня и стебля. Это разделение носит основной характер, так как различия между двумя названными частями растения

весьма велики. Корень и стебель почти всегда растут в противоположные стороны — обычно это бывают направления вниз и вверх, и потому стебель называют восходящим, а корень нисходящим осью растения.

В настоящую минуту мы не будем останавливаться на водяных растениях, а займемся общими соотношениями корня и стебля и той средой, в которой живет каждый из них.

Рис. 1. Схема общего строения двусемядольного растения.



что корни его пронизывают почву. Это достигается не без затруднений и даже опасностей. Чтобы укрепиться в почве, растение должно, как сказано, проникнуть в нее, а это возможно лишь путем постепенного роста. Состав почвы создает известные препятствия проникновению корней: почва может оказаться слишком рыхлой, слишком сухой или слишком влажной; она может также оказаться слишком вязкой (глина) или слишком твердой и плотной. Количество воды в почве и содержание в ней воздуха — также условия, которые нужно при-

Прикрепленность растения к месту обусловливается тем,

нимать в соображение при рассмотрении этого роста. Уже после прочного утверждения в почве растению все же приходится считаться с изменчивостью подобных условий, так как характер почвы может меняться в зависимости от температуры, погоды и т. д.

Номимо твердой опоры, корень ищет в почве такие материалы, которые в конце концов составят его пищу. Некоторые минералы необходимы каждому зеленому растению, многие другие полезны только некоторым из них, третьи же гибельны. Вот целый ряд опасностей и преимуществ, к которым растение должно приспособляться, раз оно обитает в почве. Это весьма нетрудно проследить: в то время, как все растения нуждаются в азотистых, фосфорных и друг. соединениях, некоторые процветают в почве, содержащей значительные количества извести, другие же гибнут в почве черезчур изобилующей известью¹⁾. Так же обстоит дело и с другими составными частями почвы.

Когда растение обитает в несвойственной ему обстановке, оно мало способно приспособляться к ней, и рано или поздно гибнет. Если же среда соответствует его составу, то ему приходится приспособлять свое строение или структуру к поглощению из почвы материалов, в ней заключающихся. Так обе функции — прикрепления и поглощения — существуют рядом, и корневая система выполняет и ту и другую.

Если мы зададимся вопросом, какие опасности

¹⁾ Некоторое, хотя бы очень малое, количество извести в почве необходимо каждому растению. Ред.

угрожают той части растения, которую мы называем стеблем, которая растет в воздух и образует верхнюю часть растения, нередко больших размеров, то мы найдем их в разнообразных атмосферных условиях, свойственных каждому климату. На первом месте мы должны поставить ветер или бурю. По мере своего роста стебель должен представлять все больше сопротивления воздушным течениям — сопротивления, которое легко может окончиться тем, что растение с корнем будет вырвано из земли. Это вызывает необходимость в таком подразделении растительного тела, чтобы ветер мог свободно проходить через него, не причиняя ему серьезного ущерба. Вот какой смысл имеет постепенное суживание сучьев и веток, которые становятся все более и более гибкими по мере своего разветвления. В центральной части стеблевой системы они тугие и могут сопротивляться буре; там, где, в силу малой толщины, сопротивление становится невозможным, мы находим гибкость, иногда позволяющую сучьям и веткам сгибаться настолько сильно, что их большие оси становятся параллельны тому направлению, в котором дует ветер.

Но есть и другая причина непрерывному делению или разветвлению растительного тела — его отношение к материалам, поглощаемым из почвы. Корни постоянно поглощают из почвы воду; по отделении минеральных частей весьма значительная часть воды испаряется и выходит, таким образом, наружу. Чтобы это испарение шло успешно, необходимо, чтобы отношение между поверхностью и об'емом растения было возможно большим, и, таким образом, развет-

вленность воздушной части растения способствует разрешению задачи его питания¹).

Устройство надземной части растения имеет косвенное отношение к опасностям, которым подвержена его подземная часть. Давление ветра на неуступчивую поверхность растения может явиться большой угрозой для целости корней, которые легко могут быть выворочены из земли рычажным действием такого давления. Сильное разветвление корневой системы и гибкость ее конечных ответвлений уменьшают эту опасность; но даже и при таких условиях сильная буря нередко опрокидывает и вырывает с корнем могучие деревья.

Стеблевой системе приходится разрешать еще другую задачу, связанную с распределением дождевой воды. Вода может устремляться или к центру, или от центра растения. Если корневая система очень разбросана и охватывает под землею большое пространство, то очень важно, чтобы дождевая вода, собирающаяся в центральной массе стеблей, распределяясь как можно шире, доходя до оконечностей корней и орошая, таким образом, большую площадь почвы. Если же корневая система состоит из крепкого главного корня с немногими, сравнительно, ветвями, то такое расположение в значительной мере лишит ее воды. Поэтому, у растений с такой корневой системой мы находим приспособления к отводу влаги в центральную массу побегов.

¹⁾ Сильное разветвление стебля имеет еще важное значение в виду необходимости расположения на ветвях возможно большего числа листьев. О значении этих последних см. след. страницы. Ред.

В некоторых случаях обязанность, обыкновенно выполняемая корнями, как органом прикрепления, падает на стебель, который в таком случае частично развивается под землею. Такой стебель, в свою очередь несущий на себе корневые придатки, носит специальное название корневища.

Приступая к более обстоятельному знакомству с сильно разветвленным стеблем, мы почти неизменно находим, что его конечные ветви выпускают особые, правильно расположенные, уплощенные и расширенные выросты. В тех случаях, когда существует опасность сильных воздушных течений, эти уплощенные части бывают снабжены черешками различной длины, которые отличаются чрезвычайной гибкостью и дают возможность плоским органам свободно раскачиваться взад и вперед при дуновении ветра. Далее, эти уплощенные части обыкновенно имеют ярко-зеленую окраску и носят название листьев.

Так как почти все растения обладают листьями, то является вопрос, почему эти органы оказываются тонкими и плоскими.

Это об'ясняетсяическими причинами почти одинаковой важности. Лист или другая подвижная часть стеблевой системы находится в соприкосновении или в соотношении только с воздухом. Между воздухом и листом постоянно происходит газообмен, а этот обмен осуществляется с наибольшей легкостью и полнотой, когда поверхность соприкосновения с воздухом очень велика. Ни одна форма не дает так много поверхности относительно своего об'ема, как тонкая, плоская пластинка, а такую форму и представляет уплощенная часть или пластинка листа.

Под обменом надо разуметь и поглощение известных газов из воздуха, и отдачу растением газов и водяных паров. Как мы позднее увидим, внутреннее строение или структура листовой пластинки имеет в виду, главным образом, обеспечение этого газообмена.

Вторая причина уплощения листьев связана с выработкой пищи растения. Газ, называемый двуокисью углерода или углекислым газом и заимствуемый из воздуха, в конце концов превращается в настоящий пищевой материал, обыкновенно крахмал. Хотя процесс образования крахмала в растении не вполне еще выяснен, но известно, что он обусловливается присутствием в растении зеленого красящего вещества и его надлежащим освещением. Уплощенная форма листа способствует расположению этого красящего вещества таким образом, чтобы свет — в виде прямых ли солнечных лучей или менее яркого рассеянного дневного света — проникал в это вещество без всяких задержек.

Есть и третья причина: Листья очень часто размещаются таким образом, что как бы устремляются наружу от растения и лежат почти параллельно к поверхности земли. Таким родом они подставляют ветру свои ребра, облегчая ему прохождение через дерево и уменьшая для дерева риск быть вырванным с корнем или сломаться от сильного напора бури. От дуновения ветра они приподнимаются и падают, но представляют гораздо меньше сопротивления его силе, чем в том случае, если бы не были уплощены.

Как мы видим, расположение растения и его частей таково, что обеспечивать ему надежное прикрепление к почве, устойчивость в бурю, и сопротивляемость

как ветру, так и дождю. Оно делает также возможным поглощение из почвы воды, содержащей минеральные вещества; испарение избытка поглощенной таким образом воды; свободный обмен газов между воздухом и растением; выработку крахмала из газов, поглощенных из воздуха, и воды, поглощенной из почвы. Это расположение, словом, содействует поддержке и питанию прикрепленного живого организма и защищает его от явных опасностей, которым он подвержен.

Такого положения растение достигает исключительно посредством роста. Следовательно, это постепенный процесс, который должен сопровождаться процессами питания, дающими возможность организму рости. Среди последних на первом плане стоит доставка материала для увеличения размеров, которое мы называем ростом. Мы видели, что растение поглощает из почвы некоторые минеральные соединения, растворенные в воде, а из воздуха — некоторые, составляющие последний — газы. Важнейшими из материалов, доставляемых почвой, являются нитраты или азотнокислые соли калия, кальция, магния и других металлов, фосфаты или фосфорнокислые соли тех же металлов, следы соединений железа, некоторое количество кремниевых соединений, и вода, в которой все они растворены; углекислый газ доставляется воздухом. Когда поглощение этих веществ оказывается возможным, когда света достаточно, а температура умеренна, здоровое растение увеличивается в размерах и постепенно обнаруживает все явления роста. Поэтому все перечисленные соединения принимаются за пищу растения; или в них можно видеть сырой материал, из которого

зеленое растение вырабатывает нужную ему пищу. Это достигается деятельностью зеленого красящего вещества, так называемого хлорофилла, но только тогда, когда последний получает потребное количество света. В отсутствии хлорофилла или при недостатке света запас всех этих разнообразных соединений не обеспечивает растению питания. Растений без хлорофилла не приходится далеко искать: это — грибы, плесень, быстро появляющаяся на гниющих материалах, это — ржавчина на хлебных и других злаках, и т. д. Растения эти совсем не могут развиваться, если их снабжать только упомянутыми выше неорганическими соединениями.

Следовательно, для того, чтобы расти и укрепляться, растению нужно получать надлежащую пищу. Если оно обладает хлорофиллом и освещается в достаточной мере, то оно само вырабатывает эту пищу из неорганических материалов, доставляемых почвой и воздухом. Растения, не умеющие вырабатывать пищи, должны добывать ее из живой или мертвый органической материи. Хотя это и трудно, однако возможно, ибо подобная материя в изобилии имеется почти повсеместно — не только в почве, но и во множестве обработанных продуктов, которые мы встречаем на каждом шагу. Живые организмы также часто бывают вынуждены давать пищу этим зеленым растениям. Хлорофилл-содержащие растения неустаненно вырабатывают органическое вещество, составляющее их пищу, покуда на них льются лучи света. Мы убеждаемся, что они растут за его счет, накопляя в своих телах большие количества таких веществ, как сахар, крахмал, протеины (белки) и жиры. Так как

многие растения, в свою очередь, становятся в конце концов пищей животных, то уже это свидетельствует о их важной роли в природе. И действительно, зеленое растение — единственный организм, одаренный способностью вырабатывать органические вещества из неорганических веществ воды и воздуха. И так как всем живым существам для поддержания жизни необходимы органические вещества, то нетрудно видеть, что самое существование жизни на земле зависит от деятельности зеленого растения.

Органические вещества, вырабатываемые растением носят очень сложный характер, и мы поговорим о них обстоятельней в одной из следующих глав. Они относятся, главным образом, к трем родам веществ: углеводам, представителями которых могут служить сахар и крахмал, жирам и белкам; последние неизмеримо сложнее прочих по своему строению; представителями их являются яичный белок и составные части мяса млекопитающих, птиц и рыб. Белки считаются органическим материалом, наиболее похожим на самое живую материю.

Так как растение приобретает свойственное ему положение в процессе роста за счет этой новообразуемой пищи или за счет небольшого запаса, получаемого непосредственно от родителя, то ясно, что рост есть проявление деятельности живого организма, и много вероятий за то, что среда, окружающая растение, влияет на него не только в том смысле, что доставляет ему материал для выработки пищи, он и иными способами. Внимательное наблюдение покажет нам, что это действительно так. Корень растения с первой минуты своего появления растет вниз; в направлении

почвы. Если заставить его принять иное направление, то растущая его часть медленно загибается, и он постепенно направляется кончиком опять-таки книзу (рис. 2). Если на него падает свет, то он медленно отклоняется прочь от светового пучка; если что-либо приходит в соприкосновение с кончиком корня, он в дальнейшем росте огибает препятствие, оставляя его в стороне. Таким образом, молодой корень обнаруживает известную чувствительность, отвечает на изменения в окружающей его среде и вообще ведет себя так, как если бы обладал зачаточными восприятиями направления, освещения и прикосновения. Другие особенности среды также влияют на него, в частности — влажность. Стебель обнаруживает сходные явления, но его поведение, когда он находится под влиянием или, как говорят, раздражается тяжестью, светом или другими возмущающими причинами, обыкновенно бывает противоположно поведению корня. Стебель растет вверх, т.-е. против направления тяжести; он загибается в сторону света, а не от него; его ответ на прикосновение не всегда носит один и тот же характер. Но и корень, и стебель равнозначительно свидетельствуют о том, что мы уже имели случай назвать насущной потребностью растения о его способности приспособливаться к изменениям окружающей среды.

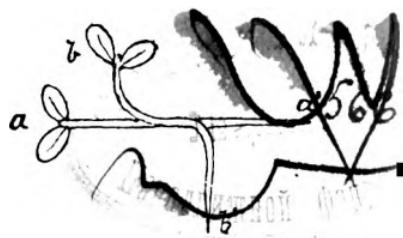


Рис. 2. Геотропическое испаривание корня и стебля горчицы под влиянием окружающих условий. aa' — горизонтальное положение, приданное растению; bb' — то же, какое оно принимает некоторое время спустя. Естественная величина. (По Гибсону).

Рассмотрение четвертой потребности растения — потребности в размножении — мы отложим до одной из следующих глав.

Теперь обратимся к вопросу об устройстве растения и постараемся узнать, как распределяется в нем живая материя, которой приписывают все поведение растения.

Для этой цели лучше всего начать с изучения совсем молодого растения или, еще лучше, семени



Рис. 3. Разрез семени.
а — зародыш.

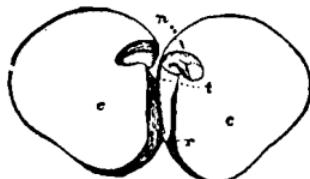


Рис. 4. Увеличенный зародыш гороха.
т — корешок, п — почечка,
с — семядоли.

растения; в этом случае мы имеем дело с простым строением, по мере же роста последнее все более усложняется. Если мы возьмем семя, то убедимся, что оно содержит (рис. 3) в себе молодое растение, называемое зародышем, в котором, сделав тщательный разрез, мы сможем различить зачатки корня и стебля. Стебель состоит из короткой оси, к которой прикреплены один или два более крупных листика, называемых семенодолями, а выше их на той же оси нередко замечаются зачатки дальнейших листьев, образуя, так называемую, почечку (рис. 4). Разрезав такой молодой корень или стебель и рассмотрев его под микроскопом, мы убеждаемся, что он состоит из множества крохотных кусочков живой материи, отделенных друг от друга тонкой

перепонкой или клеточной стенкой, окружающей каждый кусочек (рис. 5). Через клеточные стенки тянутся чрезвычайно тонкие нити протоплазмы, соединяя между собою соседние кусочки; но эти нити так тонки, что без надлежащей обработки их нельзя увидеть.

Таким образом, живое вещество тянется по всему растению в полной непрерывности, хотя оно как будто и разделено на множество отдельных частей клеточными стенками или перепонками. Эти последние служат вначале только целям опоры и образуют род скелета. Каждый кусочек протоплазмы содержит в себе особое тельце, называемое ядром, и ядро и протоплазма вместе называются протопластом; отделенный клеточными стенками от соседних протопластов, каждый протопласт образует т. н. клеточку; она приблизительно кубической формы, и диаметр или поперечник ее составляет около $\frac{1}{3000}$ дюйма (0,01—0,12 миллиметра).

Так как крохотный протопласт поглощает воду и становится крупнее, участвуя в деятельной жизни, то он нуждается в постоянном возобновлении запасов воды. Здесь возникает для него первое затруднение, потому что только наружные клетки могут приходить в соприкосновение с водой, находящейся вне растения. Борясь с этим затруднением, протопласт мало-по-малу образует в своем веществе центральную пустоту или полость, в которой и хранит

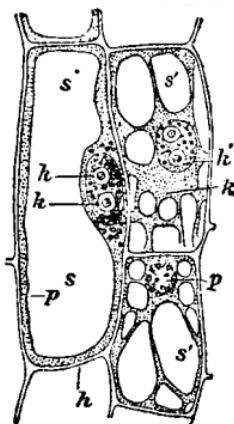


Рис. 5. Клетки растения; *h* — клеточная стенка; *p* — протоплазма; *k*, *k* — ядра; *v* — вакуоли. Увел. в 700 раз. (По Саксу).

запас воды. Эту полость называют вакуолей; она играет чрезвычайно важную роль в поддержании жизни и питания протопласта.

По мере того, как растение становится старше и крупнее, является необходимость в значительном усложнении его внутреннего строения. Об этом мы поговорим впоследствии. Пока же мы отметим лишь, что эти изменения сопровождаются смертью некоторых клеточек. Перепонки или оставы их остаются и выполняют некоторые важные назначения, но самое живое содержимое, или протопласт исчезает; другие же клеточки, как находящиеся у поверхности растения, а особенно те, которые находятся у окончаний корней и стеблей, все время остаются живыми; протопласты их сохраняются, и здесь происходит постоянно образование новых таких же протопластов.

Таким образом, живое вещество в наибольшем количестве скапливается в наружных частях растения и у его оконечностей, где всего легче поддерживать соприкосновение с окружающей средой. Подчиненные механизмы жизни растения, участвующие в механическом поддерживании его и заведующие деятельностью его тела и соотношением его сил, запрятаны глубже вовнутрь растения.

ГЛАВА II.

Развитие молодого растения. — Проростание двудольного семени.

В степени развития растений, существующих на земном шаре, наблюдается огромное разнообразие. Наиболее высокоразвитыми из них являются так, на-

нимаемые, цветковые растения, к которым принадлежит большинство наземных форм.

У этих растений есть одна общая черта, отличающая их от всех прочих. Они образуют семена, которые отделяются от материнского растения и, обыкновенно, после периода бездеятельности или покоя, развиваются в новые растения. Семя, в сущности, представляет собою очень молодое растение в покоящемся состоянии, одетое отделимой защитительной оболочкой и спащенное некоторым количеством пищи, отложенное в нем или вокруг него его родителем. В таком покоящемся состоянии молодое растение называется зародышем. Он состоит из молодого корня и молодого стебля, при чем последний состоит из стволика на котором сидят несколько листьев. Главные части носят название корешка и почек, а первые листья называются семенодолями или просто дольками. Число семядолей не отличается постоянством; в большинстве случаев их бывает две, в других случаях одна, а в иных — и несколько. Число семядолей остается постоянным для больших групп растений и находится в связи с различиями в строении других частей растения. Первые две большие группы — двусемянодольные и односемянодольные (двудольные и однодольные) растения. В третьей группе — голосемянных — число долек колеблется, доходя у многих до пятнадцати.

Молодой зародыш способен выносить разлучение с родителем и перенос в различные местности, благодаря тому обстоятельству, что жизнь его находится в покоящемся состоянии, и что он защищен оболочкой или кожурой. При надлежащих условиях он

может начать деятельную жизнь и превратиться во взрослое растение, лишь бы у него имелось достаточно пищи для первых ступеней развития и вообще до того времени, когда он окажется в состоянии самостоятельно питаться. Эта необходимая пища приготавливается материнским растением и первоначально отлагается сравнительно об'емистой массой вокруг зародыша уже на ранней стадии его развития в особой полости, называемой зародышевым мешком. Эта пища составляет, так называемый, эндосперм, собрание клеток, выполняющих все пространство в зародышевом мешке, не занятое самим зародышем.

Все клетки эндосперма с их содержимым предназначены для питания эмбриона. В некоторых случаях зародыш питается этим запасом еще в очень незрелом состоянии, не достигнув состояния покоя. В других случаях это состояние наступает очень рано, так что эндосперм вокруг зародыша остается непоглощенным, и потребление его начинается только с началом роста и деятельной жизни растения. Различие в моменте этого поглощения оказывает влияние на величину зародыша, который, естественно, должен быть крупнее, поглотив эндосперм. Поглощенная таким родом пища всегда отлагается в какой-нибудь части молодого зародыша, обыкновенно в семядолях, становящихся от этого большими и мясистыми. Иногда, как в американском орехе, она откладывается в оси зародыша.

Когда эндосперм сохраняется до пробуждения зародыша — этот процесс называется проростанием семени, — то последнее называют белковым семе-

ицем (рис. 6). Если же в кожуре остается один зародыш, семя называют безбелковым (рис. 7).

Начнем изучение семенных растений с самой большой группы — с двудольных.

Двудольные дают нам пример обоих видов семян, которые нетрудно добыть и заставить прорости. Возьмем какой-нибудь боб. Чтобы исследовать семя, надо погрузить его на несколько часов в воду, которая впитается кожурой так, что все семя разбухнет, и части его легко можно будет отделить одну от друг-



Рис. 6. Разрез семени.
a — зародыш.

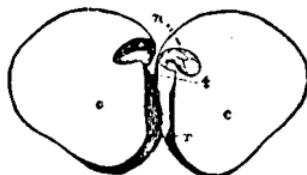


Рис. 7. Увеличенный зародыш гороха. r — корешок, nt — почечна,
c — семядолька.

гой. По форме семя несколько напоминает почку животных и несет на вогнутой стороне рубец в том месте, которым оно прикреплялось к своему плоду. В небольшом расстоянии от одного из концов этого рубца в кожуре имеется отверстие, так называемый семявход или микропиле, через который при проростании выходит корешок. Чтобы определить его местоположение, достаточно слегка сдавить набухшее семя, и тогда из отверстия выделится капля воды. Удалив кожуру, мы увидим, что тело семени состоит из весьма объемистого зародыши. Дольки представляют собою большие массы, расположенные одна против другой и легко отделяемые друг от друга. Слегка раздвинув их, мы увидим, что каждая при-

креплена к коротенькой оси, лежащей между ними и почти незаметной, когда дольки сложены плоскими поверхностями. Нижний конец оси — корешок с притупленным кончиком; на верхнем конце почечка, загнутая внутрь между семядолями, несет еще несколько крохотных листочек.

Для сравнения с бобом возьмем семя приблизительно таких же размеров — именно, семя клещевины. Если размачивать его в воде, оно набухнет, и твердая кожура его треснет. По удалении кожуры, мы увидим мясистую массу, которую нельзя разделить пополам, не расколов ее. Разрезав семя пополам, мы увидим, что зародыш состоит из двух очень тонких и плоских долек, лежащих в центре лицом к лицу, а между ними очень короткая ось (почечка и корешок). Все это окружено мясистой частью семени, которая плотно прилежит к спинкам нежных семядолек. Эта масса — эндосперм, не поглощенный зародышем в период его раннего роста.

Если семя намочить в алкоголе, то разрез его можно наблюдать с большей отчетливостью, и части его не так тесно примыкают одна к другой.

По истечении периода, имеющего неодинаковую продолжительность в различных случаях, семя пробуждается из состояния покоя и развивается в росток, которому суждено сделаться взрослым растением. Начало этой новой деятельности, технически называемой проростанием, возможно только при благоприятных внешних условиях. Этот процесс требует влажности, умеренной теплоты и наличности кислорода. При небольшой настойчивости его легко изучить, так как он свободно может протекать в обыкно-

венной комнате. Отсутствие света не является существенным условием, хотя обычно семена бывают погребены в земле до своего проростания.

Продержав боб несколько часов в воде, пока он не разбухнет, выньте его из воды и держите на сырых прокипяченых опилках или в каком-нибудь влажном месте в обыкновенной комнате в течение нескольких дней. Через несколько дней вы увидите, что корешок выступил из семявхода и растет вниз. Семядольки набухают, кожура лопается и начинает оползать. Почека, первоначально загнутая внутрь, начинает удлиняться; ее загиб становится более заметным и образует петлю, выдвигающуюся из промежутка между дольками; в конце концов оно выпрямляется и начинает расти вертикально, вверх. Эта петля образуется из части стебелька, находящейся как раз над семядолями эпикотила. Дольки остаются приблизительно в прежнем виде, но, по мере увеличения ростка, содержимое их постепенно поглощается осью, и они сморщиваются. При нормальном развитии, когда семя находится под землею, семядоли остаются в почве. Польза петлевидного загиба стебелька делается очевидна если наблюдать, как он пробивается через слой почвы над семенем, — благодаря ему нежные листочки почечки оказываются защищенными от повреждений, которые неизбежны при стараниях пробуравить землю. Стебелек как бы расчищает для них дорогу.

Некоторые семена, по строению почти тождественные с бобом, в проростании представляют известные отличия. Часть оси, удлиняющаяся и продвигающая почечку через почвенный слой, составляет область не-

сколько ниже семядолей, и потому носит название подсемядольного колена. Удлинение этой части заставляет и семядоли выходить на воздух; через некоторое время они делаются зелеными и принимают на себя обязанности листьев, которые развиваются по мере роста почечки.

Первые стадии проростания клещевинного семени таковы же, как и в проростании боба. Семя набухает, и корешок вырастает из семявхода, а вскоре молодой корешок начинает свободно ветвиться. Эндосперм набухает, и плоские семядоли, находящиеся в соприкосновении с ним, начинают поглощать содержимое его клеток. Масса эндосперма становится очень слизистой, она продолжает набухать в течение нескольких дней, а в конце концов лопается, продолжая слабо удерживаться семядолями, поглощающими его. Подсемядольное колено выростает в форме петли и вытягивает из земли семядоли с висящим на них эндоспермом. Они быстро изменяются в окраске, становятся желтыми и в конце концов зелеными; по истреблении последних остатков эндосперма, они начинают разрастаться в стороны и получают внешний вид и назначение листьев.

ГЛАВА III.

Образование корневой системы.

Описанные выше семена чрезвычайно удобны для наблюдения роста и развития ростка. Еще лучший материал в этом смысле представляют семена обыкновенного кressса. Если несколько семян кressса вымочить в воде и затем разбросать внутри сырого цве-

точного горшка, то они легко прорастут; при надлежащей степени влаги и тепла они выпустят корешки через несколько часов. Так как они будут посевы наудачу, то займут неправильные положения, и молодые корешки их сперва потянутся в самых разнообразных направлениях. Если дать им беспрепятственно удлиняться, то они неизменно загибаются кончиками вниз, если нужно, причудливо изгинаясь для этого. Это любопытное свойство наводит на мысль, что молодой росток обладает какой-то способностью учитывать свое положение или направление своего роста. Эту догадку можно проверить, выводя ростки из занимаемых ими положений и разместив их

так, чтобы их корни составили различные углы с отвесной линией. Если не трогать их, они постепенно изменяют направление своего роста и вновь обращают свои верхушки или кончики вниз (рис. 8).

Если мы станем изучать поведение корней при различных условиях, то вскоре убедимся, что они проявляют и другие виды чувствительности, которые связаны с задачей укрепления в почве. Когда корень входит в почву и проходит между частицами, ее составляющими, то рано или поздно ему приходится притти в соприкосновение с некоторыми из них, и весьма вероятно, что такое соприкосновение помешает корню продвигаться по прямой или почти по прямой линии. Рост корня совершается путем его продвижения вперед на манер штопора, при чем вер-

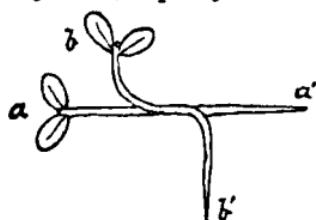


Рис. 8. Геотропическое искашивание корня и стебля горчицы. Естеств. величина.
(По Гибсону).

хушка или кончик его описывает скорей спиральную, чем прямую линию. Несомненно, таким родом ему легче отталкивать в сторону легкие препятствия, заграждающие путь его верхушке. Производя опыты над бобовым ростком, который, как мы видели, можно выращивать во влажном воздухе, почвенные условия нетрудно воспроизвести, прикрепив маленький кусочек какого-нибудь твердого вещества к одной стороне верхушки корня небольшим количеством камеди. При таком способе мы можем быть уверены, что прикосновение будет длительным, и борьба между корнем и препятствием даст поразительные эффекты. В непродолжительном времени область роста корня, находящаяся несколько позади его верхушки, начнет загибаться в таком направлении, чтобы отклонить верхушку от предмета, соприкасающегося с нею. Так как в условиях нашего опыта давление препятствия не прекращается, то искривление становится чрезвычайно резко выраженным, и через день-два корень завивается петлей. В почве не приходится встречать столь сильного искривления корневых окончаний, так как небольшое изменение направления дает корню возможность обойти препятствие, а затем он опять начинает расти вниз.

Таким путем можно доказать, что молодой корень может определять направление, а в некоторых случаях и учитывать прикосновение твердого препятствия; он может изменять свой рост для обхода такого препятствия и дальнейшего проникновения в землю.

Далее, корень может чувствовать боковое падение света. Если выращивать семя в стеклянном сосуде

и поместить его так, чтобы свет падал на него только с одной стороны, то корень быстро изменяет свой рост, отворачиваясь верхушкой от света. В почве он по этой причине жмется ближе к частицам земли, особенно в участке немного позади верхушки. Эти три зачаточных чувства или чувствительности дополняются четвертым. Оно свидетельствует о несомненном учитывании присутствия влаги, так как корень растет в сторону самых влажных мест той среды, в которую его помещают.

Возвращаясь к молодому ростку кressса, мы видим, что когда он достигает приблизительно полдюйма (1—2 сантиметр.) длины, то на поверхности его можно наблюдать множество длинных нежных выростов, расположенных широким кольцом вокруг корня на небольшом расстоянии позади верхушки (рис. 9). Покуда корень растет, сохраняется и это кольцо выростов, называемых корневыми волосками. На стороне обращенной к верхушке корня образуются новые волоски, между тем как старые отмирают и исчезают на заднем конце кольца. По мере углубления корня в почву, эти волоски так сильно пристают к ее частицам, что механически отделить их не представляется возможным. Существенно содействуя таким образом укреплению корня в почве, волоски исполняют обязанность поглощения из нее воды с растворенными в ней минеральными соединениями.

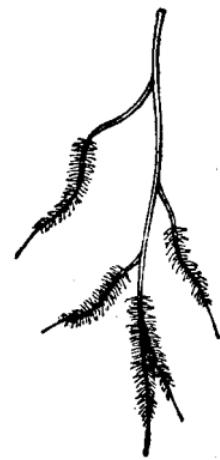


Рис. 9. Молодые корни с корневыми волосками. (По Скотту.)

Влияния, о которых мы вели речь — тяготение, прикосновение, свет, влажность, — принято называть раздражениями, а поведение корня под их действием — реакцией или ответом на раздражение. Способность получения раздражений свидетельствует об обладании специальной чувствительностью, а ответ на раздражения в значительной мере находится под контролем живого корня. Все движения или изменения в росте имеют свою цель и заставляют нас видеть в корне живой чувствующий орган, занятый наилучшим использованием окружающей обстановки и изменяющим свое поведение в зависимости от внешних перемен.

Наблюдая в высшей степени целесообразное поведение корня, мы можем задаться вопросом: каков же самый сильный возбудитель роста, или в чем заключается руководящее влияние, заставляющее корень пронизывать почву? Нас сразу поражает то обстоятельство, что действием силы тяжести обеспечивается устойчивость занятого положения; но сомнительно, в этом ли главная причина явления.

Ответы на раздражения прикосновения и света мы можем оставить в стороне. Они играют вспомогательную роль в усилиях растения войти в тесные отношения с почвой, но сами по себе не удовлетворяют ни одной из его нужд. Поведение корня заставляет думать, что он ищет чего-то такого, что оказалось полезным в долгом опыте его рода и стало для растения наследственным. Целью этих поисков является содержащаяся в почве вода, тонкими слоями окружающая частицы почвы. Растительный организм

научен наследственным опытом, что почва служит источником воды, и его инстинктивные усилия направлены к тому, чтобы обеспечить себе положение, в котором он мог бы получать нужное количество влаги.

Следовательно, влияние тяжести или ощущение направления указывает корню место, где находится нужная ему вода. Стремление к воде дополняет ощущение направления, и при нормальных условиях оба раздражения действуют одновременно. Но если в почве не будет воды, то наследственный инстинкт заставит растение углубляться даже в самый сухой песок.

Если растение находится в таком положении, что названные два условия не действуют заодно, но антагонистичны или противоположны друг другу, то в этом случае проявляется главное стремление растения; легко показать, что главной целью его является скорей достижение воды, чем почвы.

Если поместить несколько ростков в решете, покрытом слоем мха, то они первым делом выпустят корешки сквозь дырочки решета и станут расти вниз, normally, ища по наследственному инстинкту почвы, в нормальных условиях находящейся под ними. Если решето подвесить над тазом с водой, так чтобы влажный воздух был ниже корней, то они будут продолжать расти вниз, как росли бы в земле. Но если, дав корням достигнуть, скажем, 1 сантиметра длины, изменить условия, сделав воздух под корнями очень сухим при помощи искусственных мер, а мох в решете поддерживать в очень влажном состоянии, то корни вскоре загнутся вверх и будут расти по на-

правлению к влаге вопреки силе тяжести (рис. 10). Они словно убеждаются, что первоначальный инстинкт обманул их, и что истинное обиталище их находится по какой-то причине выше, а не ниже их. Если после того, как они примут это новое направление роста, условия опять изменить и насытить влагою воздух, находящийся под ними, а моху дать высокнуть, то происходит новый поворот роста, и местонахождение воды вновь определит направление его.

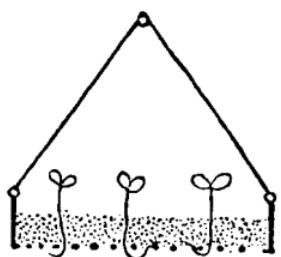


Рис. 10. Гидротропизм.
(По Гибсону.)

Таким образом, поведение корня свидетельствует о том, что он обладает некоторыми наклонностями или стремлениями, основанными на наследовании

накопленного опыта расы или породы, к которой принадлежит растение, но находящимися под управлением некоторых чувствительностей, составляющих личное его достояние. Несомненно, эти чувствительности также наследственны.

Найдено, что способность оценивать влияние этих многообразных раздражений сосредоточивается в очень малом участке корня, простирающемся приблизительно на $1/4$ — $1/2$ сантиметра от его верхушки. Эту область, которую можно назвать корневым кончиком, вполне последовательно будет считать зачаточным органом чувств. Но в строении ее нет ничего, что отличало бы ее от области, находящейся следом за нею. Раздражение получает не та часть, которая загибается в ответ на него. Последняя — это область деятельного роста, клетки которой под-

вергаются удлинению. Клетки у кончика сохраняют свою чувствительность лишь в течение короткого времени. Когда в процессе удлинения перед ними образуются новые клетки, то они оказываются чувствительными, а прежние, перейдя в область деятельного роста, утрачивают способность чувствовать раздражения. Таким образом, в корне не имеется постоянного органа чувств. Протоплазма бывает чувствительна в некоторой определенной стадии своего развития; пройдя эту стадию, она теряет способность оценивать раздражающие изменения.

Каким образом раздражение, полученное кончиком корня, вызывает изменение в росте клеток, находящихся несколько позади, покуда не выяснено. Предполагают, что из одной области в другую передается нечто в роде нервного толчка или импульса, проходящего по нежным нитям протоплазмы, которые тянутся через стенки клеток и все их соединяют между собою.

Изучая ростки, особенно клещевинных семян, мы могли заметить, что корни не остаются одиночками, но в очень скромном времени начинают давать ответвления. Благодаря такому ветвлению, нередко получается обширная корневая система. Главный корень, развивающийся из корешка зародыша, у двудольных обыкновенно сохраняется и бывает длиннее и крепче своих разветвлений или боковых корней. Эти последние ветвятся в свою очередь, давая начало корням второго, третьего и т. д. порядков. Если мы проследим образование этих корней (для чего можно выращивать росток в воде или в растворе необходимых растению минеральных соединений), то

найдем, что они возникают в непрерывной последовательности по мере роста главного корня, при чем самые молодые всегда оказываются в ближайшем расстоянии от точки роста главного корня. Каждый боковой корень имеет та^кой же вид, как и тот, от которого он ответвился, и также снабжен у своей верхушки поясом корневых волосков. Ответвления возникают внутри старого корня и пробуравливают себе выход наружу. Они образуются в определенных пунктах, соответственно некоторым внутренним образованиям, о которых речь будет ниже.

Разветвления чувствительны к тем же раздражениям, что и главный корень, но на действие тяжести они реагируют иначе. Вместо того, чтобы расти отвесно вниз, первые ответвления отходят от главного корня под некоторым углом и продолжают расти в этом направлении. Разветвления, которым они дают начало, в свою очередь не растут в столь же определенных положениях, но симметрически располагаются вокруг своей несущей ветки. Если главный корень по какой-нибудь случайности будет убит, то его место займет какой-нибудь из самых крепких боковых корней; он изменит свою реакцию на силу тяжести и станет расти вертикально вниз.

Благодаря такому характеру развития, корневая система занимает значительное пространство в земле и в сильной мере заполняет промежутки или скважины последней. Этим достигаются два преимущества: прикреплением волосков бесчисленных мелких корешков или мочек обеспечивается весьма устойчивое положение растения в почве, чему сильно способствует и густая сеть более крупных разветвлений

— это с одной стороны; а с другой, волоски мочек соприкасаются с большей площадью земляных частичек, покрытых водою, которую они поглощают.

По мере своего роста, корневая система не только непрерывно расширяется, благодаря новым разветвлениям, но и отдельные корни и ветки усиливают свою тугость и все крепче и крепче внедряются в почву. Они проникают в нее очень глубоко и широко распространяются вбок, так что одновременно с увеличением размеров надземной части растения, оно сильнее вкореняется в землю, достигая нужной степени устойчивости.

ГЛАВА IV.

Строение корня.

Внутреннее строение корня становится понятным только тогда, когда изучаешь его с точки зрения работы, которую корню приходится выполнять. При первом выходе корня из семени вещество его состоит из большого числа растительных клеток, описанных нами выше; каждая из них представляет собой крохотную массу протоплазмы, отделенную от соседних тонкими клеточными стенками. Они соприкасаются друг с другом во всех точках и не имеют в себе вакуолей. Главное различие, какое можно заметить между ними, заключается в том, что наружные клетки у верхушки несколько крупнее внутренних, лежащих под ними, и непрочно спаяны друг с другом; они образуют род колпачка или чехлика над кончиком корешка, так что истинная его верхушка не бывает обнаженной. Этот колпачек защищает истинную

верхушку от повреждений во время проникновения ее в почву. Когда корешок начинает удлиняться, в

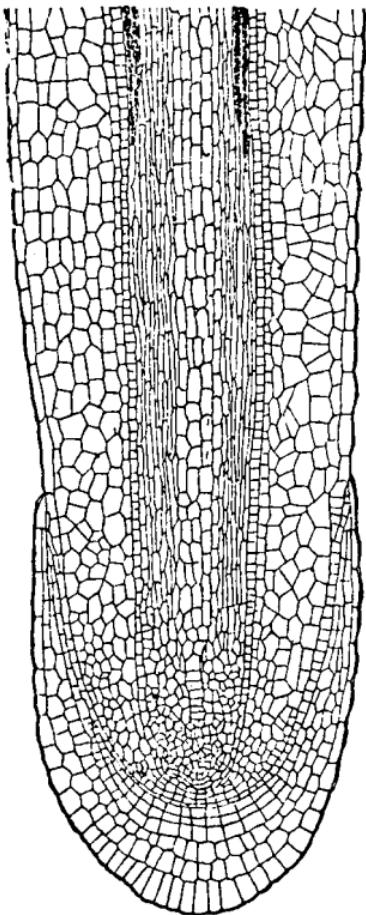


Рис. 11. Продольный разрез молодого корешка. Увел. в 20 раз.

дии развития корешка.

Немного позже, когда появляется снаружи кольцо корневых волосков, начинают обозначаться приготовления к выполнению различными частями корня свойственных им обязанностей; жизненные же по-

клетках происходят изменения. Если исследовать продольный разрез корешка (рис. 11), то окажется, что под влиянием этих изменений он грубо разделился на три полосы или области. Впереди находится колпачек; в непосредственно примыкающей области клетки малы и деятельно делятся; а еще далее назад довольно длинная область отмечена увеличением клеток во всех направлениях, но всего заметнее в продольном, так как тут начинают образовываться их вакуоли. Эти участки носят названия: корневого чехлика, области деления клеток и области роста клеток. Более этого едва ли можно разглядеть в данной ста-

требности органа предполагают дальнейшие приспособления. Первым делом, необходим доступ воздуха внутрь для доставления кислорода, нужного для дыхания всякому живому существу. Начало образования дыхательного механизма может быть

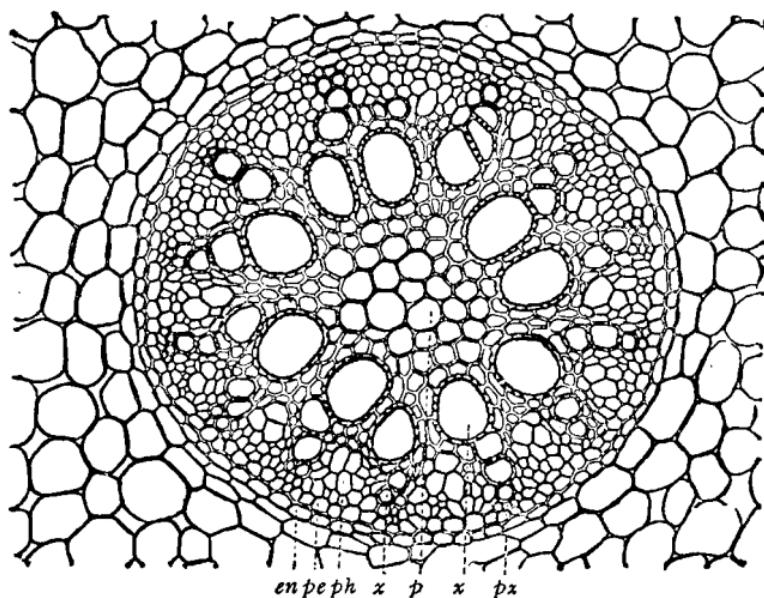


Рис. 12. Разрез центральной части корня. Во внешней области клетки местами разделены межклеточными пространствами. *en* — эндодерма; *pe* — перицикл; *ph* — тяж флоэмы; *r* — сердцевина; *x* — тяж ксилемы; *px* — протоксилема. Увел. в 100 раз. (По Кии).

прослежено на всем молодом зародыше даже в этой стадии его развития; у менее молодого корня оно заключается в отщеплении клеток друг от друга в каком-нибудь пункте их, чаще всего в тех углах, под которыми встречаются их стенки (рис. 12). Эти крохотные разрывы образуют ряд промежутков между отдельными клетками; по мере роста эти обособленные промежутки соединяются вместе, так что между

клетками каждой области пробегают межклеточные ходы, разных размеров в различных плоскостных участках. Как мы ниже увидим, эти ходы открываются наружу в верхней части растения и дают, таким образом, воздуху возможность войти внутрь и циркулировать в тканях.

Продольный разрез корня этого возраста покажет нам, что помимо тех областей, о которых мы уже говорили, внутренняя ткань начинает расчленяться и в другом направлении. Разрез корня почти конический, но верхушка этого конуса может быть разделена на три слоя, которые огибают друг друга у верхушки и продолжаются назад по оси. У верхушки каждый слой проходит в зоне деления клеток, так что все они могут здесь делиться, и потому их называют меристематическими слоями. Самый внешний, называемый дерматогеном, образует корневой чехлик, и, простираясь назад, дает начало также наружному слою корня, от которого начинают расти волоски. Средний образует более или менее ясно выраженный цилиндр или сердцевинный стержень, который в меристематической области называется плеромой, промежуточный же носит название перилемы и образует часть корня, лежащую между центральным цилиндром и внешним слоем. Идя еще далее назад, мы находим, что центральный цилиндр очень ясно отделяется от прочих клеток особым слоем, так называемой эндодермой или эндодермисом.

Корневые волоски суть длинные нежные выросты клеток наружного слоя, который за меристематической областью носит название волосоносного

слоя или эпидермы. Каждый волосок обладает тонкой стенкой из клетчатки, приходящей в тесное соприкосновение с окружающими ее частицами почвы. Соприкасаясь с этими частицами, наружные слои этой стенки превращаются в род слизи, благодаря которой волоски очень сильно пристают к почве. Тогда водяной слой, окружающий земляные частицы, поглощается корневым волоском. Так как таких волосков на молодом корешке имеется бесчисленное множество, то вскоре количество воды, содержащейся корнем, сильно повышается. Эта вода переходит из волосков во вторую область корня, теперь уже называемую не перилемой, а корой (точнее, первичной корой) и мало-по-малу делает ее клетки крайне набухшими, а потому растянутыми, напряженными — развивает в них тургор.

Около этого времени начинает развиваться особый механизм для препровождения этой воды из корня в верхние части растения. Он находится в центральной области, теперь отчасти отрезанной от прочих эндодермисом. Здесь рост клеток таков, что они сильно удлиняются. Некоторые специальные участки этих удлиненных клеток образуют определенное число клеточных колонн или столбиков, которые поодиночке могут быть прослежены до верху. Они предназначены главным образом для переноса воды; при чем клеточные стенки их постепенно перерождаются из клетчатки в древесину, а последняя чрезвычайно легко пропускает воду во всех направлениях. В то же время горизонтальные стенки этих клеток в значительной части исчезают, так что клеточные колонки превращаются в полые трубы или сосуды,

тогда как их боковые стенки местами утолщаются, благодаря излишнему отложению в некоторых их участках вещества клеточных стенок. Благодаря присутствию этих сосудов, такие скопления растительной ткани называют сосудистыми тяжами или сосудистыми пучками (рис. 13). В корне они состоят сплошь из одеревеневших клеток, и потому

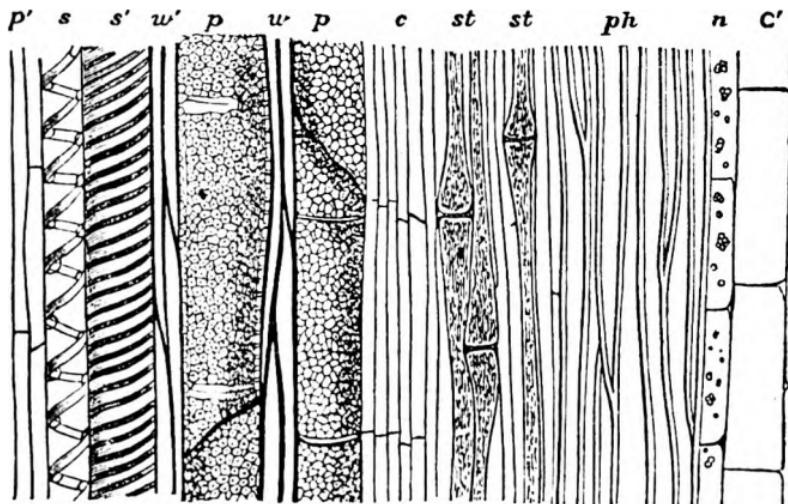


Рис. 13. Продольный разрез сосудистого пучка стебля; *s*, *s'*, *p*, *p'* — различные виды древесинных сосудов; *w* — древесинные волокна; *st* — ситовидные трубы; *ph* — волокна луба; *p'* — сердцевина; *c* — камбий.

называются древесинными или ксилемовыми пучками, в отличие от других близлежащих сосудистых пучков. Число этих пучков разное в различных корнях; обычно их четыре, но не в редкость бывает и два. Они могут простираться вплоть до центра и соединяться здесь друг с другом. Если число их велико, то они обычно сливаются своими внутренними углами так, что оставляют в центре столбик из мелких клеток. Это, так называемая,

сердцевина. По форме пучки клиновидны, при чем острое ребро клина направлено наружу.

Если проследить эти проводящие тяжи до кончика корня, то среди нежных клеток плеромы их можно узнать по узким диаметрам и наклонности к удлинению. Площадь каждого эмбрионального пучка можно отчетливо видеть в поперечном разрезе; малые размеры их и некоторая густота их протоплазмы отличают их от соседей. Нетрудно проследить и постепенное превращение этих клеток в зрелые формы; изменение стенки и ее утолщение обнаруживается прежде всего вдоль внешнего края пучка, и образуемые здесь сосуды носят поэтому название первичной древесины или протоксилемы; отсюда древесина развивается в пучках, по направлению к центру корня.

Если проследить эти сосудистые пучки вдоль корня в сторону, противоположную его кончику, то окажется, что они составляют продолжение сходных образований стебля. Таким родом, получается путь для переноса почвенной воды по всему растению.

Пучки эти способствуют и укреплению корня. Кроме них имеются другие пучки, которые тоже можно проследить по всему растению; они видны в центральном цилиндре. Эти другие пучки, на поперечном разрезе в углах между двумя соседними древесинными пучками, заняты, главным образом, питанием корня. Они также отчетливо ограничены и лежат бок-о-бок с древесинными пучками, отделяясь от них немногими связующими клетками. Они отличаются своим сложением; стенки их состоят из клетчатки. Это — так называемый луб или флоэма;

он построен из сосудов, называемых ситовидными трубками в виду того, что поперечные стенки их несколько утолщены и просверлены рядом дырочек, так что протоплазма их непрерывна (рис. 13). К ситовидным трубкам присоединено некоторое коли-

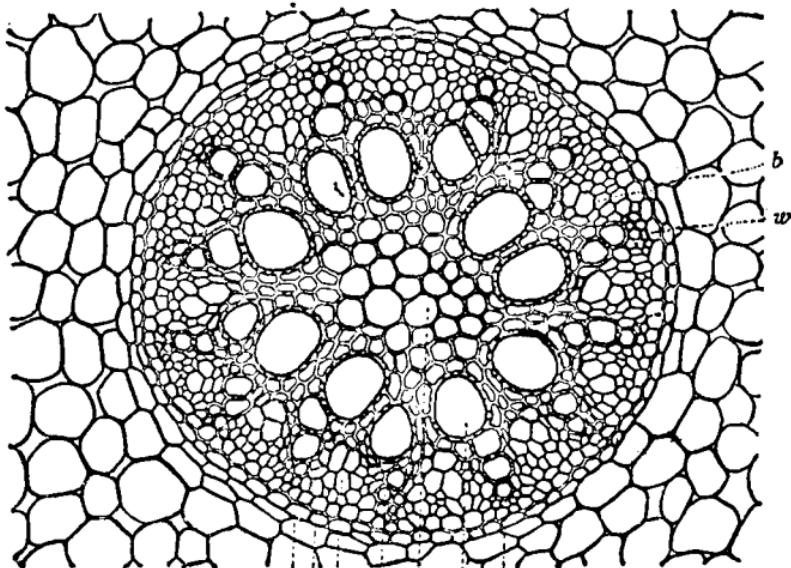


Рис. 14. Разрез центральной части корня. *b* — лубяные тяжи; *w* — древесинные пучки. Увел. в 100 раз. (По Кни).

чество слегка удлиненных клеток обычновенного типа.

Таким образом, тяжи луба и древесины, с небольшим количеством промежуточной или основной ткани, занимают почти весь центральный цилиндр корня (рис. 14). Он всегда бывает обвернут внешним непрерывным влагалищем или футляром, толщиной, обыкновенно, в один слой клеток, который называют перициклом. За перициклом кнаружи следует эндодермис. Эндодермис образует влагалище, также из одного слоя клеток,

вокруг центрального цилиндра. Стенки его в некоторых случаях равномерно утолщаются и одеревеневают. В других случаях внешняя и внутренняя стенки остаются тонкими, боковые же стенки изменяются иным образом. Клетчатка заменяется другим материалом, который не пропускает воды, так что вода коры может переходить непосредственно в древесинные тяжи, но не может попасть из одной эндодермной клетки в другую, встречая препятствие в лентах вещества, обвивающих радиальные стенки (рис. 15). Плотно соприкасаясь друг с другом клетки эндодермы отделяют межклетные ходы коры от межклетных ходов центрального цилиндра, так что воздух не может прямо проникнуть в этот последний.

По мере того, как корень становится старше и крупнее, и верхняя часть или стеблевая система растения развивается в соответственной степени, это первичное устройство перестает удовлетворять потребностям растения. По мере умножения ветвей и листьев стебля, требуется все большее количество проводящей ткани, ибо листья и ветви сильно нуждаются в воде. Устойчивость всего растения должна возрастать соответственно разрастанию его надземной части. Как мы уже видели, главный корень сильно утолщается, и развивается система разветвлений, из которых каждое ведет себя так же, как материнский корень.

На исследованной нами ступени молодой корень

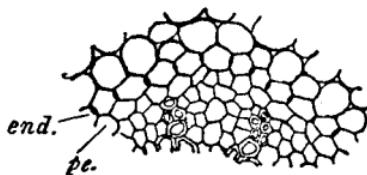


Рис. 15. Часть эндодермиса (*end*) молодого растения, с лежащим под ним перициклом (*pe*).

не обнаруживает приспособлений к этому увеличению толщины. Оно может происходить только путем образования новых клеток, а последнее имеет место только в верхушечной области. Поэтому, необходим

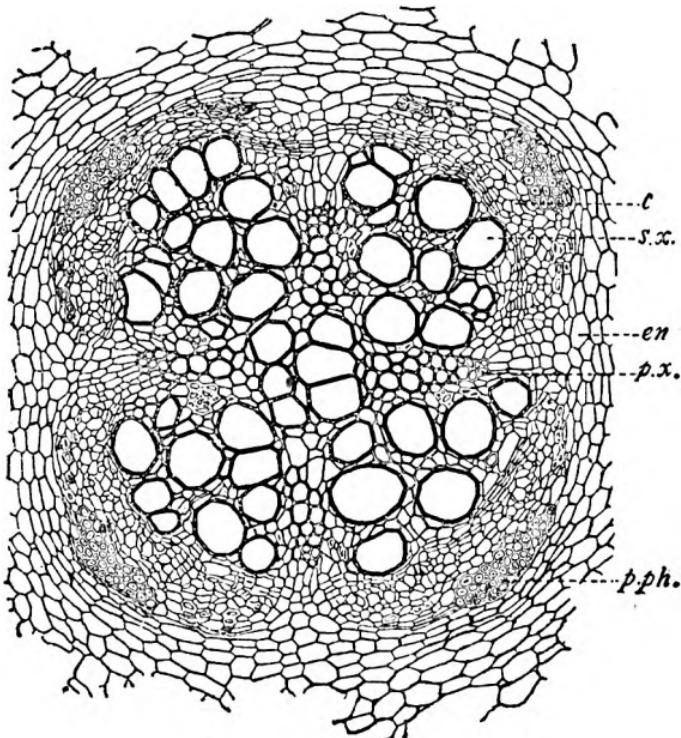


Рис. 16. Утолщение корня; *px* — первичная древесина; *ax* — вторичная древесина; *c* — камбий; *en* — эндодермис. Увел. в 80 раз. (По Кини).

новый процесс (рис. 16). Он начинается тем, что изогнутая лента клеток основной ткани, лежащая под каждым лубяным тяжем (по направлению к оси корня), становится меристематической, начинает делиться стенками, параллельными в своем направлении окружности или обхвату корня. Эти «тангенциальные» деления обусловливают образование не-

скольких рядов клеток, один из которых, ближайший к лубу, сохраняет способность деления и называется камбием или производящей тканью. Те клетки, которые образуются из него по направлению к оси корня, превращаются в древесину, так что под каждым лубяным пучком образуется древесинный тяж, называемый вторичной древесиной. По мере этого развития вторичной древесины, камбий и лежащий снаружи от него лубяной пучок поднимаются к внешнему краю первичного древесинного пучка (протоксилема) с каждой стороны. В то время как между каждым лубяным тяжем и центром корня образуется, таким родом, по крохотной массе древесины, клетки перицикла снаружи древесинных пучков делятся тангенциальными же стенками так, что перицикл в этих местах получает толщину в несколько клеток. Самые внутренние из этих клеток, находящиеся в соприкосновении с протоксилемой, становятся камбием и вскоре вытягиваются, чтобы соединить две ленты камбия, приближающиеся к ним от двух тяжей луба, между которыми расположен древесинный пучок, так что образуется полное кольцо камбия. Вначале оно по необходимости бывает извилистым или волнообразным, но по мере того, как внутри лубяных масс все больше образуется древесины, камбий все дальше проталкивается наружу, так что волнистость кольца исчезает. Это камбиевое кольцо затем продолжает таким же путем прибавлять новые слои к уже образовавшейся вторичной древесине. Только против групп протоксилемы, образующих внешний край первичных древесинных пучков, не образуется вторичной древесины, но только ряды

тонкостенных клеток; благодаря этому вторичная древесина разделяется на обособленные массы рядами клеток, которые носят название сердцевинных лучей. Они образуются в целях переноса пищевых веществ из луба внутрь древесины.

Камбий вырабатывает немного вторичного луба кнаружи кольца таким же точно образом, как древесину — внутрь его, но количество луба гораздо меньше количества древесины. Это и естественно, так как луб служит только путем для прохождения истинной пищи корневых клеток, тогда как древесине приходится проводить непрерывно возрастающие количества воды.

Это древесинное образование в центре корня расположено чрезвычайно выгодно для сохранения его устойчивости. Образование с твердым центральным стержнем наиболее пригодно для сопротивления растяжению, в результате которого растение может быть вырвано с корнем. А такое натяжение непрерывно производится движением колеблемой бурею верхней части такого предмета, как дерево.

Молодой корень, по мере своего утолщения в почве, встречается с двумя опасностями: одной — внутренней, другой — внешней. Процесс утолщения очень сильно растягивает более наружные слои и с течением времени делает в них разрывы. Давление же влажной почвы на наружные слои легко может вызвать отмирание и сгнивание. Поэтому ткани коры и эпидермис не могут дать защиты постепенно утолщающемуся центральному цилиндуру. Но по мере продолжения роста эти затруднения устраняются. К тому времени, как центральный цилиндр лишь слегка утолщится,

область корневых волосков подвинется на некоторое расстояние вперед, благодаря непрерывному удлинению корня. Следовательно, кора утолстившейся части уже не снабжается водою, как прежде, и перестает играть свою первоначальную роль в передаче воды наверх. А так как и волоски исчезают в этой области, то эпидермис утрачивает здесь свое прежнее значение. Давление постепенно возрастающего тургора раздражает клетки перицикла, и они снова обнаруживают способность к увеличению путем тангенциальных делений. Перицикль приобретает равномерную толщину в несколько клеток, один слой которых остается меристематическим. Он многократно отделяет ленты или пленки клеток, которые сохраняют очень правильную форму, представляя в поперечном разрезе как бы ряды кирпичиков. Самые внешние теряют свое содержимое, и стенки их превращаются в суберин, вещество, весьма похожее на материал стенок эндодермыса. Эта полоса клеток образует так называемый пробковый слой. Он сплошь окружает корень, образуя крепкий предохранительный футляр. Местами он прерван мелкими округлыми массами клеток, расположеннымными рыхло, так, что воздух может проходить между ними. Эти отверстия — так называемые чечевички; они служат для пропуска воздуха внутрь корня. Пробковый слой совершенно непроницаем для воды за исключением этих мест, и потому он предохраняет корень от потери воды наружу. Теперь клетки коры и эпидермисы могут себе гнить без ущерба для корня. В самом деле, последний приобретает новую оболочку более прочного и постоянного свойства, чем первоначальная. Это

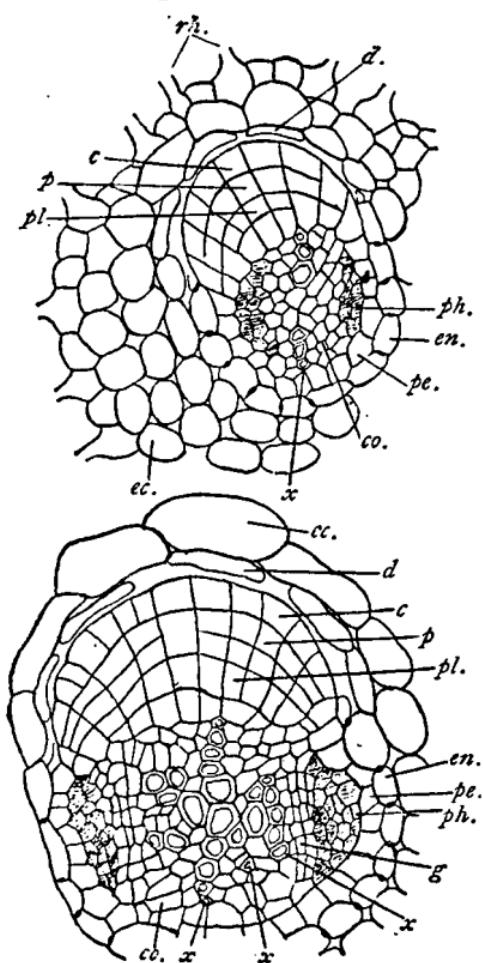


Рис. 17. Поперечный разрез корешка в двух стадиях развития. *rh* — корневые волоски; *ec* — корка; *d* — клетки в процессе поглощения; *en* — эпидермис; *pe* — перицикл; *co* — соединительная ткань; *ph* — луб; *g* — камбий; *x* — древесина; *c* — дерматоген корешка; *p* — его перилема; *pl* — его плерома. (По Скотту).

образования его разветвлений. Возвращаясь к молодому корню и проследим способ образования его разветвлений. Последние возникают, когда корень еще совсем молод. Образуются они в перицикле, всегда против протоксилемы каждого

пробковое образование существует все время, пока корень живет и приспособляется к своему усиливающемуся тургору или напряженности. Внешняя часть его составляется из мертвых клеток и вместе с остатками слоев, вначале находившихся вне ее, составляет, так называемую, корку корня. Первичная кора и эпидерма существуют очень короткое время, так что кора старого корня (вторичная кора) состоит из ткани перицикла и пробковых слоев.

Возвратимся к молодому корню и проследим способ

Последние возникают, когда корень еще совсем молод. Образуются они в перицикле, всегда против протоксилемы каждого

древесинного пучка, обыкновенно до того, как тяжи его совершенно одеревенеют. Следовательно, обыкновенно насчитывается столько рядов боковых корней, сколько имеется древесинных пучков.

Немногочисленная группа клеток выделяется тем, что становится меристематической и начинает делиться, главным образом, тангенциальными стенками, так что вскоре вся масса представляется как бы расступающейся наружу. Вскоре после этого можно заметить, что она имеет центральную плерому, покрытую периблемой и дерматогеном совершенно такого же характера, как и на материнском корне. Клетки первичной коры, лежащие кнаружи от новой ветви корня, постепенно перевариваются и поедаются последнею по мере того, как она растет и, наконец, выбивается наружу (рис. 17).

Клетки корневого чехлика непрерывно изнашиваются от соприкосновения с почвою. Чехлик все время наростает благодаря дерматогену, находящемуся позади него.

ГЛАВА V.

Характерные черты стебля.

Работа, выпадающая на долю стеблевой части растения, весьма отлична от работы, выполняемой корнями; она, главным образом, заключается в построении органического материала, служащего пищей не только самому растению, но и всему миру вообще. Чтобы понять этот процесс, мы должны рассмотреть поглощение углекислого газа, усвоение известных количеств воды и минеральных частей, доставляемых

корнями, и испарение излишней воды. Эта работа обнимает и некоторые малые или подчиненные направления, связанные с распределением пищи после ее образования.

Важные вопросы дыхания растения и поддержания надлежащей температуры в различных его частях также должны занять наше внимание.

С этой точки зрения, форма и строение стебля требуют тщательного изучения; но это еще не все. Отношение его устройства как внутреннего, так и внешнего к его стоячemu положению, и трудности и опасности, представляемые последним, также нуждаются в рассмотрении. Весьма важными представляются приспособления, обнаруживаемые им по отношению к переменам климата, с которыми ему приходится считаться. Наконец, стеблевая система имеет еще отношение к процессам воспроизведения.

После того как молодой стебель выйдет из семени и пробьется на поверхность земли уже описанным выше путем, его изогнутая или крючковатая форма постепенно изменяется, пока он совершенно не выпрямится. Мы уже изучали поведение молодого корня, отметив его чувствительность к направлению силы тяжести и способность изменять свой рост в случае необходимости, чтобы достигнуть вертикального направления вниз. Такую же чувствительность к направлению обнаруживает и молодой стебель, и его поведение носит такой же характер, с той лишь важной разницей, что он ищет света и воздуха, и потому растет, хотя и вертикально, но вверх. Объяснить это различие мы можем, только признавши целесообразным характер ответа стебля на влияние

тяжести. Едва ли причина его кроется в растущих клетках, потому что у последних, в сущности, одно троение и в корне и в стебле. В этом поведении растения отражается действительно живой организм, пытающийся в меру возможности наилучшим образом использовать условия, в которых он находится. Продолжая изучать его, мы убедимся, что стебель обладает теми же чувствительностями и способностями отвечать на изменения в окружающей среде, какие мы нашли у корня.

Однако, рост стебля представляет собою несравненно более сложный процесс, чем рост корня, в виду большого разнообразия его направлений, вызвавших потребность в более сложном устройстве.

Молодой стебелек, по выходе своем из семени, состоит из очень нежной оси, у верхушки которой можно наблюдать некоторое число крохотных выростов. Последние бывают свернуты на различные лады, причем внешние покрывают собою внутренние. Число их не одинаково, точно также как способ, которым они свернуты, и их расположение, но все они сходятся сводом над верхушкой стебеля. Последняя не имеет предохранительного чехлика, какой наблюдается над корнем. Это — нежный конический кончик, несущий свои выросты в правильной последовательности; выросты постоянно развиваются у верхушки по мере ее удлинения, так что самые молодые всегда находятся всего ближе к кончику.

Выросты эти возникают на оси в определенных точках, которые представляют то замечательное отличие от участков, находящихся между ними, что не удлиняются в процессе роста. Весь рост в длину

осуществляется исключительно сказанными промежутками. Пункты, в которых зарождаются выросты, называются узлами, а промежутки между ними — междуузлиями.

Поведение этих частей с удобством можно изучать на стебле несколько дальше первоначальной стадии.

Для изучения удобно выбрать дерево возрастом в несколько лет и исследовать некоторые из крайних оконечностей его ветвей. Если ранней весною взять ветку такого деревца, то мы сможем заметить, что за предыдущее лето его междуузлия удлинились, отдалив выросты друг от друга на некоторое расстояние. В течение года стебель мог сделаться длиннее на несколько десятков сантиметров. Если мы ближе исследуем узлы, то найдем, что между первоначальными выростами и осью находятся какие-то маленькие шишковатые тела. Эти разнородные части, с большей или меньшей легкостью, всегда могут быть наблюдаемы на всех стеблях. Ось стебля называется стволом, первые из образующихся выростов суть листья, а шишковатые тельца между тем и другими называются почками. Угол между стеблем и его листом, в котором возникает почка, называется листовой пазухой. Весною верхушка стебля также представляет собой почку, несколько больше размерами, чем боковые почки в пазухах листьев. Почека зародыша в действительности есть первая почка растения и в существенных чертах обладает таким же строением, как и другие почки, позднее появляющиеся на стебле.

Так как смена времен года в нашем климате делает рост перемежающимся, и он ограничивается при-

близительно поло́иной каждого года, в оставшее же время стебли подвержены крайне неблагоприятным внешним условиям, то легко понять, что для правильного развития их необходимы особые предосторожности. Если мы сделаем через одну из почек продольный разрез весною до того, как она возобновит свой рост, то мы получим о них представление (рис. 18, В). Нежный ростковый конус в

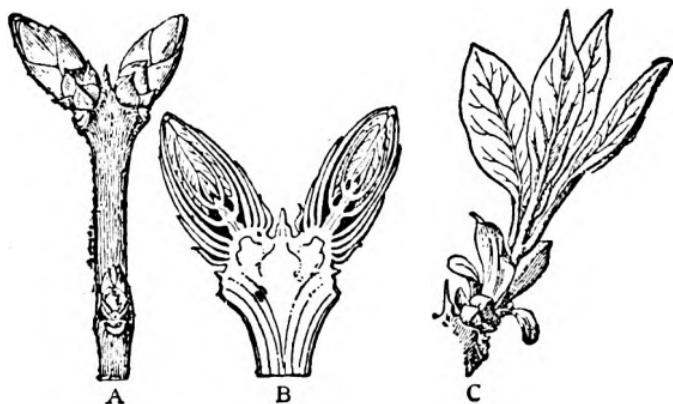


Рис. 18. Почки сирени. А — внешний вид; В — слегка увеличенный разрез; С — почечные чешуйки отогнуты, и стебель начал удлиняться.
(По Маршаллю Уорду).

центре окажется окруженным непостоянным числом листьев, каждый из которых огибает его сводом и, в свою очередь, обвернут следующим кнаружи листом. Самые внутренние необычайно нежны и почти бесформенны, конус же, если взглянуть на него сквозь увеличительное стекло, во многих случаях окажется имеющим на своей поверхности маленькие бугорки, показывающие, что здесь начинают образовываться другие листья. Над этими нежными листочками имеются другие, погрубее, наружные же

часто бывают совершенно сухи и жестки, а во многих случаях и покрыты клейким веществом. Некоторые из внутренних листьев нередко имеют густой покров из волосков, образующий пушистую подушечку, которая, не проводя тепла, защищает листочек от холода.

Если почка мала, то она содержит лишь немного листьев — два-три; но и в этом случае общее расположение их остается таким же.

Если мы подвергнем сравнению кончики стебля и корня, то увидим, что и в том, и в другом случае окружающая среда оказала свое влияние. Кончик корня особым образом защищен от вредных последствий соприкосновения с твердыми или грубыми материалами во время углубления в почву; стебель не подвержен такой опасности, но тщательно защищен от мороза и влаги, а также чрезмерного испарения.

Таким образом, молодые листья представляют собою просто приплюснутые ладьевидные расширения, завивающиеся над верхушкой стебля. Впоследствии, когда в их защите не оказывается надобности, они получают свои зрелые или взрослые формы.

Листья загибаются над верхушкой стебля в почке, благодаря неправильности роста. Когда на выростающем конусе впервые появляется бугорок, то он сам по себе бывает округлым или коническим; вскоре листовой зачаток сплющивается сверху и снизу, и во время нахождения в почке нижняя поверхность его растет быстрее верхней, так что ему приходится загибаться вперед. Впоследствии, выйдя из почки, он изменяет характер роста в другую сторону и начинает расти быстрее на верхней стороне, становясь ровным.

Почки всегда увенчивают кончики нормально-растущих стеблей; верхушка стебля всегда принимает форму почки, как только рост его приостанавливается, вследствие каких-либо неблагоприятных условий. Почки, появляющиеся в пазухах листьев пониже на стебле, представляют собой начала вторичных стеблей (сучья или ветви), которые с течением времени должным образом удлиняются.

Во многих случаях почка является предзнаменованием роста стебля или ветки на следующий год. Она образована последним усилием стебля в текущем году, и развитие стебля в следующем году будет заключаться в удлинении междоузлий, принятии листьями зрелых форм и подготовлении почек на следующий год. В других случаях дело не так просто. В течение вегетационного периода (период роста) образуется больше листьев, чем их имеет почка в состоянии покоя, и, следовательно, рост идет дальше. Но даже и в этих случаях, как только прекратится рост в длину, можно заметить развитие конечной почки со скрытыми в ней листочками.

Таким образом, рост стебля представляет значительные отличия от роста корня. Относительно последнего нелегко сказать, где границы годового удлинения, в стебле же их можно установить с довольно большою точностью.

С наступлением следующего сезона роста, почка начинает набухать, благодаря напору удлиняющейся оси снизу. Внешние листья раздвигаются в стороны так, что почка лопается у верхушки. Когда наружные листья представляют собой жесткие чешуйки, они обыкновенно совсем сбрасываются, давая выход

внутренним. За этим вскоре начинается удлинение нескольких междоузлий, и стебель приобретает свою надлежащую форму.

В течение этого процесса можно подметить и некоторые другие факты. Наружные чешуйки не имеют в своих пазухах почек, и не все листочки развиваются в настоящие листья. Внешние, а часто и непосредственно к ним примыкающие из внутренних, не изменяют своей формы и нередко существуют лишь в течение короткого времени, вскоре опадая. Все это так называемые почечные чешуйки; они в сущности представляют собой лишь основания листьев (рис. 18, С).

По мере дальнейшего роста, появляются другие отличия. Междоузлия между почечными чешуйками не удлиняются, так что, пока существуют чешуйки, молодой стебель кажется окруженным у своего основания мелкими листочками (рис. 18, С). Когда почечные чешуйки отпадают, основание стебля оказывается окруженным рубцами, отмечавшими места их прежнего прикрепления. С приостановкой роста в начале зимы, эти рубцы оказываются тесно окружающими основание побега или ветви (рис. 19). Зимою легко установить, насколько ветка выросла за истекший год — для этого достаточно заметить расстояние между этим собранием рубцов и верхушкой ее.

Подобные собрания рубцов можно заметить и на старой ветке или молодом сукне, и, таким образом, установить пределы роста за каждый год.

После того, как раскроется почка, и развернутся ее листья, можно проследить чувствительность стебля

к различным влияниям, окружающим его. Мы уже указывали, как его ось отвечает на влияние тяжести и бокового света. Упоминали мы также и об изменении в загибе листьев, наступающем тотчас же вслед за раскрытием почки. Это изменение является ответом на действие света, проникающего в раскрытую почку. На первых ступенях развития клеточная вода листа распределяется, главным образом, в клетках нижней стороны, делая их более напряженными и заставляя их расти более свободно. Проникновение света нарушает это соотношение, и наибольшую напряженность приобретают клетки верхней стороны; верхняя сторона утрачивает свою вогнутость, и листья становятся плоскими, а иногда загнутыми в противоположном направлении.

Если заградить доступ света к листьям, то рост верхней стороны приостановится, и изогнутость листьев изменится очень мало; они будут прижаты к стеблю во время его удлинения, и в некоторых случаях не станут даже плоскими.

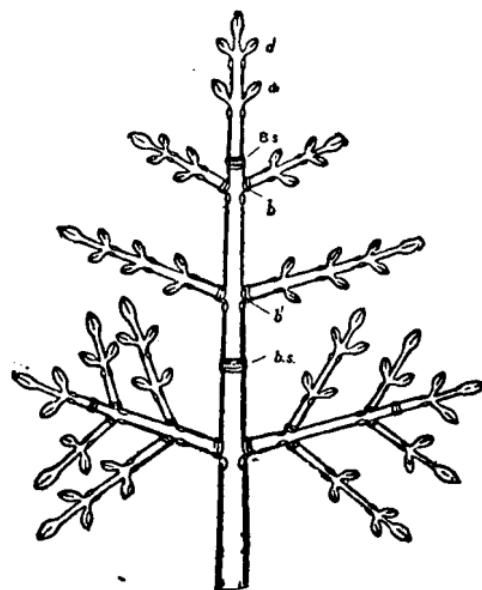


Рис. 19. Трехлетняя ветка, *bs* — рубцы от почечных чешуек за каждый год. (По Уорду).

ГЛАВА VI.

Строение стеблевой системы.

Удлиняясь и расширяясь, почечка дает начало первичному стеблю. Каждая новая почка и веточка, появляющаяся на нем, увеличивает его размеры, умножая число вторичных стеблей. Так как число таких почек на каждой ветке очень велико, то молодые побеги размножаются как бы в геометрической прогрессии, образуя большую стеблевую систему, составляющую тело куста или вершину дерева. Рассмотрим устройство такой вершины.

Прежде всего, необходимо уяснить себе, для каких целей она существует, и от каких опасностей ей приходится защищаться.

Мы уже обращали внимание на тот факт, что задачи корня и стебля глубоко различны между собою. А если это так, то ясно, что способ расположения частей одного не должен быть правилом для другого. Тем не менее, в этом отношении между корнем и стеблем существует согласие, хотя внимательное наблюдение покажет, что эти сходные расположения служат весьма различным целям. Все особенности устройства стебля рассчитаны на жизнь в воздухе и вытекающие из этого требования, а также сообразованы с потребностями, которые обслуживает корень.

Мы видели, что одной из первых задач является укрепление растения в прямом положении. Развитие большой кроны (верхней части) идет в ущерб устойчивости растения, подставляя большую поверхность давлению ветра и ударам дождя — силы, могущие вывернуть растение с корнем из земли.

Является вопрос, к чему этот риск, для чего воздушной части растения достигать размеров, которыми она обыкновенно обладает? Какие выгоды растение извлекает из того, что широко-раскинутая корона его высится над землею? Соразмерны ли эти выгоды с риском, и каковы те предосторожности, какими растение вооружается, в виду грозящих ему опасностей?

Чтобы найти ответ на эти вопросы, мы должны ближе присмотреться к главным чертам строения верхних частей стеблевой системы. Мы вскоре убедимся, что одной из целей, обеспечиваемых способом развития, которым она следует, является достижение возможно большей поверхности равнитель мом стеблевой системы. Ветви — тонки, листья — плоски. Здесь, как и в корне, тело растения входит в соприкосновение с возможно большей частью окружающей среды. А это определенно указывает на какой-то обмен материалов с последнею.

Мы уже высказали предположение, что такой обмен существует, и теперь должны ближе познакомиться с его природой. Несколько несложных наблюдений дадут нам возможность доказать его наличие. Поместим ветку с листьями в ограниченное пространство, где можно было бы наблюдать изменения, происходящие в окружающем воздухе. Заключим ее в хорошо осущенную банку и будем поддерживать в ней привычную для растения температуру. Через короткое время мы увидим, что стеки банки покрылись влагой, а вскоре убедимся также, что листья на ветке и, по крайней мере, верхняя ее часть стали вялыми и поникшими. Ясное дело, что

одна из задач стебля заключается в испарении воды с поверхности.

Если произвести тщательное измерение всего количества воды, отдаваемой растением, то оно окажется весьма значительным; окажется также, что вода отдается растением в течение всего дня в количествах, изменяющихся в зависимости от окружающих условий. Строение листа, на которое впоследствии нам

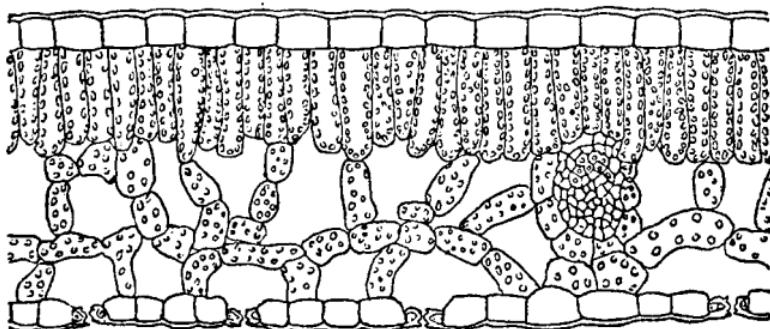


Рис. 20. Разрез листа, показывающий межклетные пространства и устьица. Клетки содержат в себе хлоропласти. Увел. в 80 раз.

придется обратить особенное внимание, показывает нам, что межклетные пространства, наблюдавшиеся нами в теле корня, еще в большей степени существуют в листе (рис. 20) и составляют собою гораздо большую поверхность испарения, чем наружная поверхность ветвей и листьев. Эти внутренние каналы сообщаются с наружным воздухом при помощи мелких отверстий в наружной оболочке листьев и более нежных частей ветви. Эти отверстия, называемые устьицами, сами регулируют выделение пара, так как ширина их может изменяться в зависимости от различных условий. Испарение листьями столь значительных количеств воды нужно поставить в связь с

усиленным поглощением воды корнями, и нетрудно видеть, что строение листа так же хорошо приспособлено к испарению, как строение корня — к поглощению. Дальнейшие внутренние приспособления к этому поддержанию в растительном организме непрерывного тока воды нами будут рассмотрены впоследствии; но уже и в сказанном мы можем видеть определенное отношение к этому обмену между растением и окружающей его средой.

Продолжая наше исследование, мы замечаем, что хотя цвет стебля вообще зеленый, но густота этой зеленой окраски не везде одинакова. Уплощенные части или листья гораздо ярче цилиндрических осей, и вообще, чем больше выставляется наружу какая-нибудь часть растения в своем молодом и наиболее нежном состоянии, тем отчетливее бывает выражен зеленый цвет. Таким образом, между выставлением на свет и окраской наблюдается какое-то соотношение. Подвергнув сравнению два стебля, растущих в различных местах, мы убедимся, что наибольшая яркость окраски связана с наилучшими условиями освещения; приходится заключить, что одной из причин приплюснутости некоторых частей стебля является необходимость выставить на свет возможно большую поверхность.

Мы уже указывали на то обстоятельство, что большая часть пищи растения вырабатывается в листьях, и что выделкой ее, главным образом, занят хлорофилл — зеленое красящее вещество листа. Хлорофилл не рассеян по всей живой материи, но ограничивается некоторым числом мелких яйцевидных тельц, вкрапленных в нее, и эти зеленые тельца рас-

положены немного ниже поверхности листьев, будучи прикрыты лишь тонким прозрачным слоем клеток. Распределение этих зеленых телец, называемых хлоропластами или хлорофильными зернами, имеет весьма определенное отношение к свету и показывает нам, что в то время как одна обязанность листа заключается в выделении водяного пара, другая заключается в обеспечении освещения определенной части его механизма, связанной с сложнейшими вопросами питания.

В виду того, что обе эти обязанности или функции, как мы увидим ниже, тесно связаны с благосостоянием растения, мы должны ближе познакомиться с ними перед тем, как исследовать способы, которыми они влияют на форму и положение стеблевой системы.

Обильное испарение листьями воды имеет две причины. Первая связана с задачей питания, на что мы указывали во введении. Некоторые материалы, входящие в самый состав пищи или служащие необходимыми условиями ее выработки, встречаются только в почве и должны быть доставлены оттуда корнями. Эти соединения поглощаются из почвы в виде водного раствора, поступающего в корневые волоски; разумеется, эти растворы должны быть чрезвычайно жидкими для легчайшего прохождения по живому веществу волосков. Так как для питания быстро растущего растения нужны все большие количества этих веществ, то растения должны поглощать массу воды. В теле растения эти минеральные вещества отнимаются от воды, и огромное количество последней испаряется в межклетные ходы, а оттуда в устьица листьев. Следовательно, чем больше будет

поглощено и затем испарено воды, тем больше минеральных веществ останется на пользу организма.

Но это испарение связано с другой, не менее важной задачей. В безоблачный день к растению притекает много солнечной энергии в виде теплоты и света. Вычислено, что количество этой энергии так велико, что если бы растение не оказывало ей противодействия, то оно быстро погибло бы. Испарение воды всегда требует значительного расхода теплоты, и мы убеждаемся, что большая часть теплоты, получаемой растением от солнца, затрачивается на испарение воды в межклеточные ходы листьев и других частей. Таким образом, нормальная температура растения поддерживается, несмотря на чудовищное поглощение солнечной теплоты, неизбежно обусловливаемое обнаженным и часто беззащитным состоянием растения.

Далее мы убеждаемся, что положение хлоропластов определенно связано с обязанностью, которую им приходится выполнять. От выставления на свет зависит не только их окраска, но и та роль, которую они играют в изготовлении пищи, также обусловливается освещением, получаемым ими. Мы уже говорили о работе, выполняемой хлоропластами, и видели, что они приготовляют органическую пищу в форме крахмала и тому подобных соединений из углекислоты воздуха и части воды, доставляемой корнями. Углекислота находится в воздухе в очень ничтожной пропорции, всего 3 или 4 части на 10.000. Изготовление пищи из таких материалов возможно лишь в присутствии света; поэтому необходимы два условия: во-первых — широкая и возможно обильнее

подразделенная поверхность, соприкасающаяся с возможно большим количеством воздуха, а во-вторых, возможно большее выставление хлорoplastов на свет, дабы выработка сахара совершилась беспрепятственно.

Форму и расположение стеблевой системы нужно рассматривать с точки зрения этих требований. Правда, на первый взгляд, они представляются несколько враждебными другим потребностям. Испарение воды и освещение хлорoplastов требуют большего и непрерывно увеличивающегося стеблевого тела, увеличение же последнего сопряжено с явным ущербом для устойчивости, которая, как мы видели, составляет одну из первейших нужд растения, как целого. Примириение этих требований составляет интересную главу в учении о форме и распределении членов стеблевой системы.

Мы уже видели, что ось последней сильно подразделена, причем конечные деления, веточки, суживаются к концу, в некоторых случаях весьма постепенно, в других внезапно. Эти цилиндрические или конические части несут на себе по несколько сплющенных органов, листьев, обыкновенно прикрепляющихся к оси гибкими черешками. Теперь нам понятен смысл этого подразделения. Оно увеличивает крепость цилиндрической формой ветвей, поверхность — сплющенной формой листьев. Ветры могут свободно дуть через массу листьев, так как длинные листовые черешки позволяют листьям передвигаться в достаточной мере, когда ветер оказывает на них давление. Притом, все эти части крайне гибки и упруги, так что могут сгибаться от давления и вновь приобретать свою форму по прекращении его.

Форма стеблевой системы растения будет зависеть от способа ветвления ее и числа, размеров и расположения листьев, несомых ее ветками.

На ветвление влияют два главных обстоятельства: во-первых, число ветвей, образующихся в узле, а во-вторых, относительная сила роста каждой главной ветви и тех, которым она дает начало.

Первое не представляет такого разнообразия, как можно было бы ожидать. Обыкновенно в узле образуется одна ветвь, часто две, но редко больше.

Но второе обстоятельство играет гораздо более видную роль в построении кроны. Если первая осьрастет энергичнее своих ответвлений — у корня это ведет, как мы видели, к образованию главного корня в системе, — и если каждый из сучьев, в свою очередь, длиннее и крепче тех, которые возникают на нем, то конечная форма кроны будет пирамidalная, ибо ветви возникают все ближе и ближе к верхушке, и, покуда рост будет итти правильно, самая нижняя ветка будет наиболее широко-раскинутой. Это же можно сказать и о ряде веток, несомых каждою из них. Такой тип ветвления называют неопределенным (рис. 19); примером его может служить канадская сосна.

Если же рост каждой оси или ветви вскоре приостанавливается, и ее обгоняют дочерние оси или ветки, на ней возникающие, то форма кроны будет окружной или полукруглой. Самый же тип такого ветвления называется определенным. Вообще же, форма такой кроны в значительной мере будет зависеть от числа ветвей, возникающих под верхушкой каждой из них, ибо такие боковые ветви возникают

приблизительно на одном уровне, а не располагаются, как в первом случае, друг за другом, в так называемой, акропетальной последовательности. Весьма обыкновенна форма, в которой каждый сук одиничен. Пример ее дают дуб, вяз и многие другие лесные деревья (рис. 21).

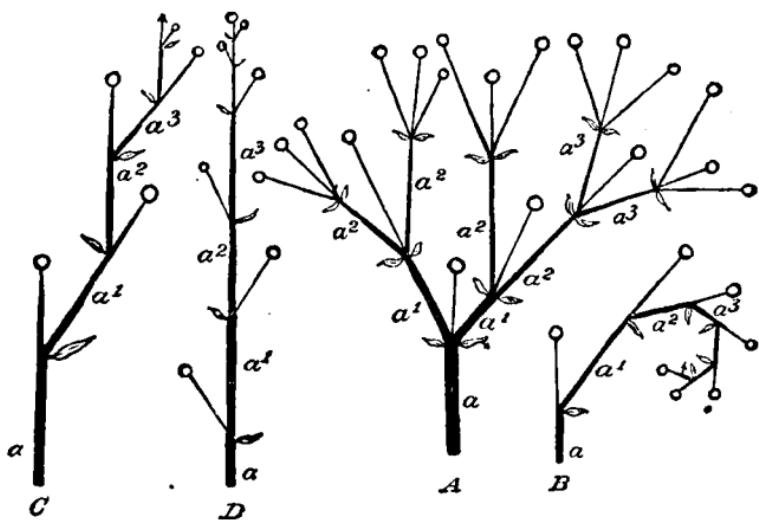


Рис. 21. Диаграмма определенного ветвления.

Другим условием формы, какую ветвление сообщает стеблевой системе, оказывается неразвитие некоторых почек. Мы видели, что почка образуется в пазухе каждого листа. Но часто случается, что ветвь не может пропитать всех почек, образовавшихся на ней. Поэтому, некоторые из них совсем гибнут, а другие находятся только в состоянии покоя в течение некоторого времени. Все эти обстоятельства в значительной мере обусловливают неправильности в развитии кроны.

Прежде, чем изучать влияние расположения листьев на форму стебля и стеблевой системы, мы должны ближе присмотреться к особенностям их уплощенной формы. Мы видели, в чем заключаются ее преимущества, но должны рассмотреть также затруднения и опасности, которые она влечет за собою. Затруднения обусловливаются тем, что листья должны переносить в течение года моменты дурной погоды. Их может размочить дождь, ветер может растрепать их и даже оторвать от ветки. Как растение борется с этими опасностями?

Есть две причины, по которым дождь, падающий на листья, не причиняет им серьезного вреда на долгое время. Обыкновенно устройство каждого листа таково, что по всей его верхней стороне тянется продольный желобок, идущий от кончика до основания по средине уплощенных листовых пластинок. Этот желобок немедленно препровождает ниспадающую воду либо к кончику, либо к основанию листа. В последнем случае желобок имеет продолжение вдоль листового черешка, так что вода попадает на землю. Вторая причина заключается в том, что наружные слои клеточных стенок верхней стороны листа становятся почти непроницаемыми для воды. Вода может найти доступ в лист только после продолжительного размачивания последнего.

Опасность от ветра, пожалуй, серьезнее, чем от дождя. Но хотя листовая пластинка нежна и тонка, она все-таки отличается большою крепостью и не-легко рвется. По всей пластинке проходят окончания сосудистых тяжей, какие мы уже отметили в корне: так называемая проводящая ткань (рис. 22). Эти

тяжи образуют, так называемые, жилки листа, составляя сеть очень тугих волокнистых лент, которыми поддерживается нежная, легко рвущаяся ткань. Они обыкновенно укрепляют в особенности края и кончик листовой пластинки и не дают ей рваться. Поэтому пластинка, когда на нее действует ветер, редко сгибается или свертывается, но действует как цельный неупругий кусок, колеблющийся то в одну,

то в другую сторону, но ни на минуту не теряющий своей плоскости.

Иначе устраивается другая опасность — опасность оторваться от ветки. Когда растение обладает крепким неупругим телом, то листья бывают прикреплены к стеблю оченьочно, загибаются вверх так, что дуновение ветра должно прижимать их к стеблю и

не может ощущаться в промежутке между последним и верхней стороныю листа. Но чаще оказывается, что пластинка листа прикреплена к ветке с помощью крепкого и гибкого черешка, способного отгибаться во все стороны в месте своего прикрепления. Эластичность его так велика и так быстро проявляется, что, при малейшем дыхании ветерка, листья у большинства деревьев качаются то в одну, то в другую сторону с величайшей свободой.

На форму древесной короны оказывают влияние как форма, так и расположение листьев. Обыкновенно лист состоит из трех частей: уплощенной части или пластинки, черешка и основания, которым лист при-

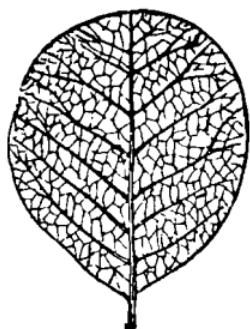


Рис. 22.
Жилки листа.

крепляется к стеблю. Если мы посмотрим на него, как на вырост стебля, то увидим, что он приобретает свою сплющенную форму тем, что развивает с каждой стороны по крылу, причем и самый вырост становится плоским. Если вырост разветвляется, и только его ответвления развиваются крылья, то получается то, что называют сложным листом (рис. 23).

Листовой черешок есть нижняя часть оси листа; он тянется до окончностей ее, а та часть, которая получает крылья, называется средней жилкой. В некоторых случаях вся ось листа оказывается снабженной крыльями; тогда лист называют сидячим или бесчерешковым. У основания листа очень часто встречаются два маленьких выроста, в роде листовых веточек — это, так называемые, прилистники. Они сильно разнообразятся в форме и величине.

Целью распределения листьев по дереву является возможно более полное покрытие остова его кроны тонкой занавеской из листьев, с возможно меньшими пробелами; самые листья должны быть расположены таким образом, чтобы одна часть только слегка затеняла другую. Если мы станем под деревом и посмотрим вверх сквозь его сучья, то увидим, что листья не распределены по всему внутреннему пространству, занятому сучьями и ветвями; они составляют лишь более или менее полное прикрытие для конечных ветвей. У более скромного типа растения, как, напр., у чертополоха или подсолнечника,

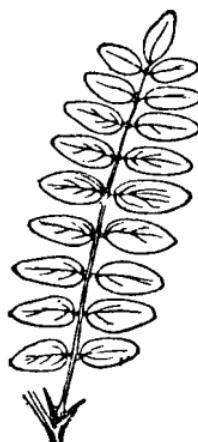


Рис. 23.
Сложный лист.

листья мало покрывают друг друга, так что вся по верхность листа фактически бывает открыта действию света в течение той или иной части дня.

Листья бывают расположены по стеблю различным образом, но всегда вертикальными или почти вертикальными рядами. Иногда в каждом узле возникает только по одному листу, иногда по два, а случается и больше. Когда возникает по одному, листья оказываются расположенными на стебле по спирали или попеременно. Когда образуется больше одного листа, то в каждом узле получается так называемая мутовка листьев. Часто мутовка состоит всего из двух листьев. При всяком числе листьев каждый из них расположен в мутовке против промежутков, разделяющих листья в выше и ниже лежащей ближайшей мутовке.

Число вертикальных рядов соразмеряется с формой и размером листьев, составляющих их. Листья с очень широкими основаниями, часто зазубренные, и быстро суживающиеся в острый кончик, технически называемые сердцевидными или яйцевидными листьями, обыкновенно расположены на стебле друг против друга, всего двумя рядами. Иногда у них короткие черешки, иногда вовсе никаких. Когда лист обладает наибольшей шириной в середине и суживается к верхушке и к основанию, его называютovalным или эллиптическим; такие листья обыкновенно располагаются тремя рядами. Когда листья становятся еще уже, — так называемые ланцетовидные, — число рядов увеличивается до пяти или восьми. Еще более узкие листья располагаются еще большим числом рядов. Таким образом,

между формой и величиной листьев и способом их прикрепления к стеблю наблюдается известное сопротивление или координация; да иначе и быть не может, если вспомнить, какие неудобства повлекло бы за собою расположение больших яйцевидных листьев многими рядами, или линейных, узких листьев немногими рядами.

Изучая, таким образом, стеблевые системы различных растений, мы находим, что они в такой же мере соответствуют окружающей среде, как и корневые системы. Окружающая среда оказывает на растение могущественное влияние во все время его развития, и многие из результатов этого развития становятся понятны лишь тогда, когда видишь, что они глубоко целесообразны. Единственно возможный для растения способ принародливаться к среде — это регулировать свой рост.

В начале своего развития и роста стебель, как и корень растения, обнаруживает способность целесообразного ответа на некоторые особенности среды, которые он в состоянии учитывать. Если мы исследуем молодую почку ростка в самом начале его развития, то заметим ту же чувствительность к направлению, какую наблюдали в корне. Как корень упорно стремится расти вниз, загибаясь, если его верхушке дать иное направление, так стебель стремится расти вверх. Чувствительную часть стебля не так легко найти, как в корне; но тщательные наблюдения, произведенные над различными растениями, показали, что чувствительной частью стебля является кончик, и что область чувствительности не простирается далеко вниз. И в стебле, и в корне ответ

на раздражение носит одинаковый характер, а именно, заключается в видоизменении роста; поэтому равно целесообразно помещать корень в землю, а стебель в воздух. Далее, в поведении первичных ответвлений замечается близкое сходство. Ни одно из них не растет в том же направлении, как и ось, на которой оно возникает; обыкновенно они отходят под некоторыми углами к этой оси. И в стебле, и в корне это является ответом на действие тяжести.

Другим обстоятельством, имеющим гораздо большее значение для стебля, чем для корня, является боковой свет, способствующий определению положения как ветвей, так и листьев. Если свет падает на одну сторону стебля с большей силой, чем на другую, то скорость роста быстро изменяется, и растущая часть стебля загибается так, что верхушка его получает направление в сторону более сильного источника света. Растение обнаруживает способность замечать или оценивать различия в силе освещения. Эта чувствительность представляет для стебля величайшую ценность; так как стебель загибается в сторону источника света, то листовые пластинки, стоящие почти под прямыми углами к стеблю, оказываются подставленными под лучи, нужные им для выработки крахмала.

С своей стороны, листья обнаруживают самостоятельную чувствительность к свету. Обыкновенно они расположены так, что подставляют свои верхние стороны солнечным лучам. Если это положение не может быть достигнуто без движения листа, то лист и делает его, дополняя движение стебля. Пластинка листа поворачивается на своем черешке или черешок

скручивается так, чтобы поверхность листа открылась солнцу.

Таким образом, различные части растения отвечают неодинаковым образом, но всегда целесообразно на действие света. Корень растет прочь от света, проникая в самые глубокие трещины почвы; стебель тянется к световым лучам, лист же становится перек их пути.

Положения, занимаемые стеблем, ветвями и листьями, в сильной мере обусловливаются влияниями, которым они подвергаются; одни отвечают энергичнее на одни влияния, другие — на другие; но все обнаруживают и чувствительность и умение отвечать на них в целях приспособления к среде.

ГЛАВА VII.

Строение стебля.

Теперь рассмотрим, каково расположение внутренних частей стебля, дающих ему возможность исполнять свои обязанности. Стебель вместе с сидящими на нем листьями можно рассматривать, подобно корневым образованиям, как нечто целое, и его называют в таком случае побегом. Однако задачи, выполняемые цилиндрическими и уплощенными частями этого побега, настолько различны, что их следует рассматривать отдельно одни от других.

Исследуя почечку, мы находим, что она состоит из клеток, сходных с клетками корешка. Вначале они все бывают одинаковы, и лишь с течением времени между ними устанавливаются явные различия. У верхушки мы их находим меристематичными,

т.-е. каждая клетка обладает способностью делиться на-двоем. Подальше от верхушки они увеличиваются в размерах, и в них появляются вакуоли. Если мы сделаем продольный разрез на этой ступени, то убедимся, что здесь, как и в корне, можно различить три не совсем резко намеченные области (рис. 24). Прежде всего, мы замечаем центральный тяж или плерому

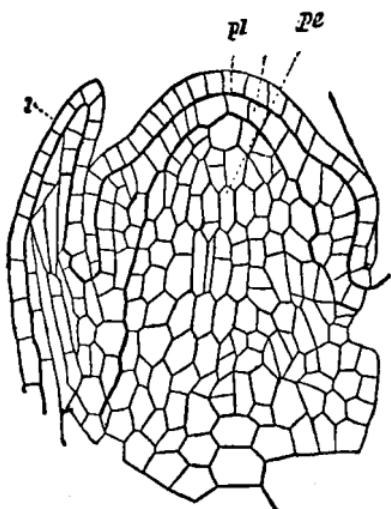


Рис. 24. Точка роста стебля двудольного растения. *d* — дерматоген; *pe* — периблема; *pl* — плерома; *l* — молодой листик.
(По Скотту).

конического вида, как и в корне. За нею лежит периблема, последняя же покрыта дерматогеном, слоем толщиной в одну клетку. Эти две последние области — не конические, но имеют неправильный вид благодаря разрастанию листьев. И листья, и ветви отличаются своим происхождением от разветвлений корня, так как начинаются выростом периблемы, толкающей перед собою дерматоген. Плерома не принимает участия в их образовании. По

мере развития почечки, удлинение ее происходит путем непрерывного образования новых клеток и их последующего роста. Этот процесс продолжается в течение некоторого времени и, по общему правилу, захватывает больший по длине участок, чем в корне. Область роста в стебле построена несколько сложнее, чем в корне, так как не все клетки растут одинаково; клетки узлов или тех мест, где возникают

листья, почти совсем не удлиняются, тогда как клетки междоузлий растут весьма энергично. Листья на узлах удлиняются с самого начала, ветви же в своих пазухах появляются значительно позже. По мере развития, росток готовится к выполнению обязанностей, лежащих на нем. Строение его, которое мы опишем ниже, почти в точности соответствует строению веток, прибавляющихся каждый год на кусте или дереве, в которые с течением времени превращается росток.

Как мы видели, двумя главными обязанностями стебля являются: во-первых, поддержание кроны или листвоносной части растения, а во-вторых, перенос поглощаемой корнями воды и минеральных соединений в место выработки органического вещества. Обе эти цели достигаются особым устройством центрального цилиндра, и достижение их зависит от развития сосудистых тяжей, соединенных с тяжами корня. Взглянув на продольный разрез целого растения, мы убедимся, что эти тяжи непрерывно идут по всему растению, хотя и расположены различным образом в различных участках его. В корне древесинные тяжи то лежат обособленно в центральном цилиндре, то соединяются в центре, образуя твердый древесинный стержень. Другие тяжи, мягкие по природе, так называемый луб, лежат между ними или между их внешними частями, если они сливаются в центре. Поднимаясь выше, мы находим, что в участке сейчас под семенодолями имеет место некоторое перераспределение тяжей. Пучки смешиваются со своими относительных положений, и древесинные тяжи оказываются лежащими внутрь от лубянных; их расгора-

живает только слой меристематических клеток, называемый камбием. В стебле пучки называются сопряженными (коллятеральными) пучками от этого соединения древесины и луба. Далее, древесинные тяжи закручиваются по своим продольным осям, так что протоксилема, в корне находящаяся

снаружи, в стебле оказывается внутри. Пучки здесь клиновидны так же, как и в корне. Каждый из них оказывается, таким образом, совершенно повернувшимся и направленным в противоположную сторону. Срединная часть центрального цилиндра не обладает твердостью, потому что сопряженные пучки всегда стоят по ее периферии, так что в центре получается большое свободное пространство, называемое сердцевиной.

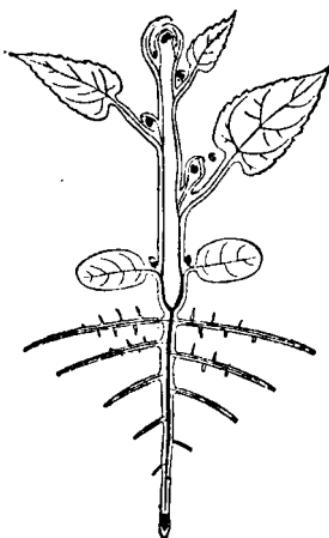


Рис. 25. Схема общего строения двудольного растения.

Прослеживая тяжи до растущего конца стебля, мы находим, что они не оканчиваются в его растущих клетках, но продолжаются в листья по их черешкам. В черешках они обыкновенно образуют полуцилиндр, открытый на верхней стороне, а не совершенно полый цилиндр, как в стебле. Из черешка их можно проследить в плоскую часть листа, где они образуют сеть так называемых листовых жилок или нервов.

В очень молодых стадиях листа и стебля мы находим первые следы возникновения этих тяжей. Они

появляются чуть позади точки роста в виде отдельных тяжей плеромы и состоят из мелких продолго-

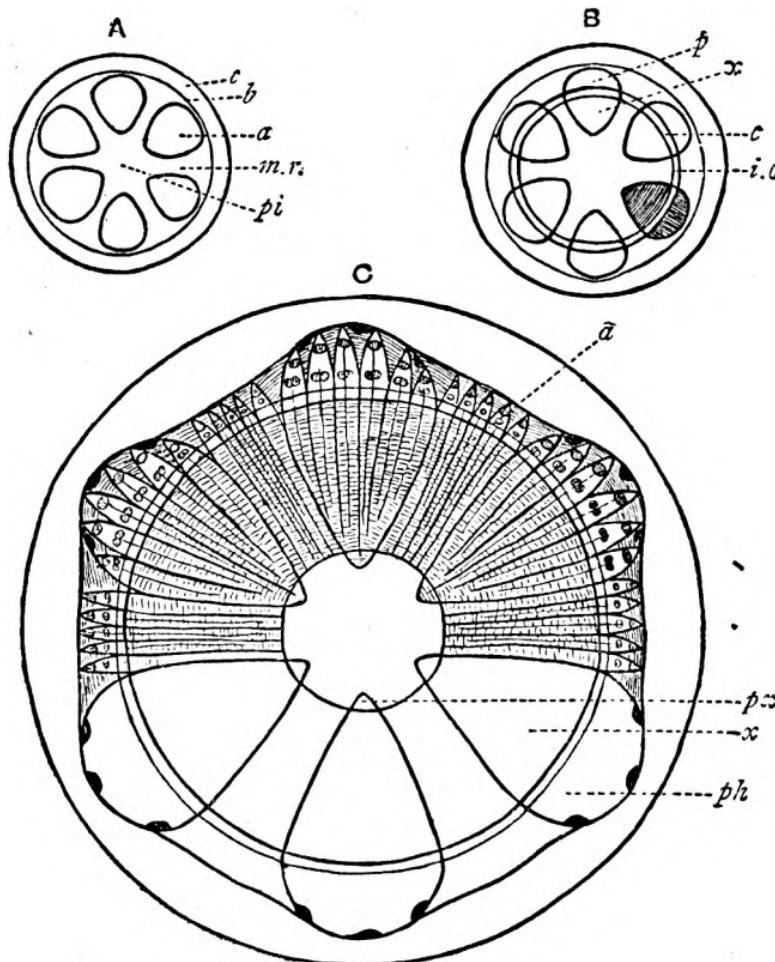


Рис. 26. Разрезы стебля двудольного растения в трех стадиях его развития. А — молодая стадия, показывающая начало дифференциации плеромы и ее сосудистых тяжей: а — тяж; б — границы плеромы; с — периблема; м. р. — седевинные лучи; пи — сердцевина. В — несколько позднейшая стадия: р — луб; х — древесина; с — камбий; ис — межпучковый камбий (одни из тяжей заштрихован). С — более взрослая стадия, после начала вторичного утолщения: px — протоксилема, или первичная древесина; х — вторичная древесина; ph — вторичный луб. (По Саксу).

вательных клеток, отличающихся от прочих, главным образом, своим малым поперечным диаметром. Все они меристематичны и крайне медленно утрачивают способность деления. Поперечный разрез (рис. 26) показывает эти маленькие тяжи в виде клинообразных участков, так называемых, прокамбиальных тяжей, расположенных кругом у внешнего слоя племеры и отделенных узкими пространствами, так называемых, сердцевинных лучей. С течением времени клетки приобретают свою взрослую форму. Изменения их в области древесины сопровождаются ростом диаметра и неправильным утолщением стенок, благодаря чему клетки приобретают причудливый вид; вместе с тем первоначальный материал их клеточных стенок, — клетчатка, — заменяется древесиным веществом или лигнином, а многие из поперечных перегородок между ними исчезают, вследствие чего вертикальный ряд клеток становится сосудом. Прежде всего перемена замечается на клетках внутренней стороны клиновидного тяжа — на протоксилеме. Здесь утолщение стенок осуществляется в форме спиральной ленты, или же ряда колец. Эти сосуды сохраняют все время малый диаметр. Другие древесинные клетки и сосуды утолщаются более неправильно — и называются сетчатыми; в некоторых случаях, когда утолщающийся материал оставляет только мелкие тонкие пятна, их называют точечными элементами (рис. 13).

Луб коллатерального пучка начинает дифференцироваться на стороне ближайшей к периферии, где клетки носят название протофлоэмы. Сосудами луба являются, как и в корне, ситовидные трубки

(рис. 27). Другие элементы — удлиненные клетки с тонкими целлюлозными (клетчатковыми) стенками.

Так как расчленение ткани начинается снаружи (в лубе) и изнутри (в древесине) пучка и продолжается в направлении друг другу, то древесина и луб в скором времени должны встретиться. У растений,

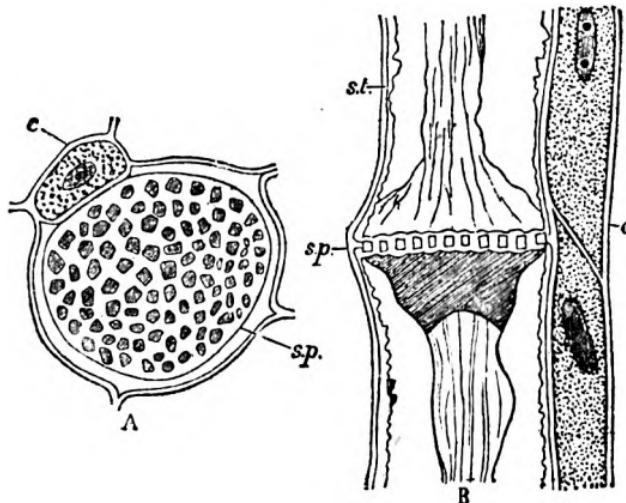


Рис. 27. Ситовидная трубка из стебля тыквы. А — поперечный разрез; В — продольный разрез; з. р. — ситовидная пластинка; с — сопутствующая клетка.
Увел. в 500 раз. (По Страсбургеру).

живущих всего несколько недель или месяцев, они действительно приходят в соприкосновение; но у тех, которые живут дольше, существует приспособление в целях возможности дальнейшего развития, а именно, последний слой между ними остается меристематичным или способным к непрерывному делению. Это — так называемый камбийный слой, толщиной всего в одну клетку, о котором мы говорили выше.

Такое расположение опорной ткани оказывается очень крепким и чрезвычайно экономным. Полый цилиндр или трубка — одна из прочнейших форм опоры, какие только могут существовать. Сверх того, она обладает известной гибкостью, так как тяжи, отвердевая постепенно, могут свободно гнуться, не ломаясь. Таким образом, молодой стебель оказывается и твердым и упругим. Он может изгибаться, уступая напору ветра, и выпрямляться, как только действие последнего прекратится. Непрерывность судистых тяжей во всем растении обеспечивает надлежащее распределение воды, поглощаемой из почвы.

Заслуживают внимания и некоторые другие черты структуры растения. Если мы исследуем наружный слой стебля и листа, называемый эпидермисом, то увидим, что он представляет собой непрерывный покров, в большинстве случаев толщиной всего в одну клетку. Нежное образование, в роде ростка, клетки которого наполнены водой, подвержено общему испарению с поверхности. Если не предохранять растение от последнего, то потеря воды может быть очень большой и даже нарушить правильную доставку влаги в те места, где происходит выработка крахмала. И вот мы находим у растения крайне простой, но действительный защитный механизм. Наружные стенки клеток эпидермиса утолщаются, а их внешние слои превращаются в довольно непроницаемый материал, называемый кутином. Эти внешние слои можно соскоблить с больших участков поверхности, как особую кожицу, называемую кутикулой; она сильнее развивается на листьях, нежели на стебле.

Названный слой клеток служит и защитой от холода. Для этой цели у многих растений имеются еще и волоски, или выросты эпидермных клеток, образующие на их поверхности тонкий войлок, защищающий растение не хуже бумажной ткани.

Кутикула и волосистый покров защищают, кроме того, нежную поверхность растения от вреда, напосимого дождем.

Но если бы эта кутикула, покрывающая снаружи все растение, была совершенно непроницаема, она явилась бы для растения источником опасности, так как совсем задерживала бы испарение. И вот мы видим, что эпидермис пронизан мелкими дырочками — отверстиями системы межклеточных пространств, или ходов, развитой, как мы видели, в корне и распространенной, как мы убедимся, в такой же мере по всему стеблю. Эти отверстия, или устьица, как их называют, многочисленнее на листе, чем на стебле, но и на последнем они существуют до тех пор, пока он молод. Каждое устьице окружено двумя, так называемыми, замыкающими клетками, которые прикреплены друг к другу своими концами, но не склеены по средине. Они имеют вид почек и, когда наполнены водою, то напрягаются, расходясь в центре и открывая устьице (рис. 28).¹⁾ По

¹⁾ Весьма совершенный механизм открывания и закрывания устьиц зависит от того, что стенки замыкающих клеток неравномерно утолщены: именно наружные стенки их остаются тонкими, а те, которые обращены к самому отверстию значительно тоньше. Благодаря этому при наполнении водой и соответственном растяжении замыкающих клеток, каждая из них искривляется (так как наружные стенки растягиваются, а внутренние нет) и в результате щель устьиц открывается. При потере же воды замыкающие клетки снова выпрямляются и, прилегая теперь друг к другу, закрывают щель. Прим. ред.

удалении воды, они спадаются и закрывают отверстие. Это устройство и делает возможным необходимое растению испарение воды. Пар образуется в межклетных пространствах и выходит через устьица, ширина же отверстий регулируется количеством воды в за-

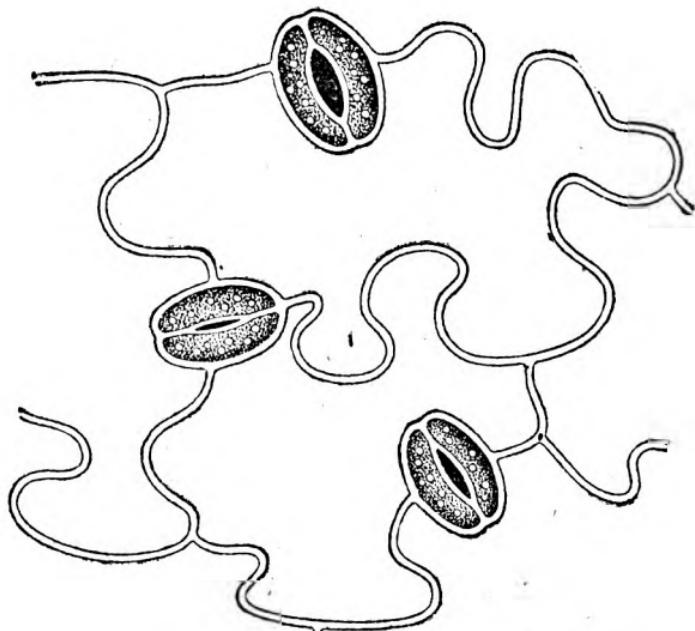


Рис. 28. Эпидермные клетки листа, показывающие три устьица в различных степенях раскрытия.

мыкающих клетках, которое, в свою очередь, зависит от количества воды в растении.

Слой клеток между центральным цилиндром и эпидермисом, который является продолжением периблемы назад, называется коровым. Состав его сильно меняется в зависимости от возраста растения. В молодом состоянии он заслуживает внимания только потому, что наружные слои его клеток со-

держат зеленые тельца, называемые хлоропластами.

Усиленное разветвление стебля, которым сопровождается его рост, обусловливает значительное утолщение его. Умножение числа листьев делает необходимым увеличение средств переноса воды; слабой цилиндрической трубке молодого стебля вскоре становится трудно выдерживать вес разросшихся ветвей и сучьев. Перенос пищи в различные части стебля предъявляет повышенные требования к его лубу. Рассмотрим, как растение отвечает на все эти требования.

По мере вырастания стебля, неустанно развиваются добавочные сосудистые тяжи; эти изменения направлены, главным образом, на укрепление стебля, так как новые тяжи не связаны непосредственно с листьями. Первоначальные тяжи также сильно увеличиваются и крепнут.

Всю эту работу выполняет камбийный слой. Часть первоначальных пучков состоит, как мы видели, из этой ткани, называемой поэтому пучковым камбием. Благодаря непрерывному делению его клеток, главным образом в направлении, параллельном наружному протяжению стебля, между древесиной и лубом образуются массы клеток. Один слой их остается камбиевым, клетки внутри его превращаются в древесину, клетки снаружи его — в луб.

Вскоре после того, как в пучке начнется этот процесс, ареной изменения становятся клетки, лежащие между тяжами — так называемые сердцевинные лучи. Несомненно, умножение клеток камбия вызывает напряжение в лучевых клетках, смежных

с ними, растягивая их и оказывая на них давление. Влияние этого напряжения заставляет некоторые из этих клеток, тянущиеся поперек луча, начать делиться в свою очередь, и вскоре все лучи оказываются пересеченными слоями меристематических клеток, соединяющих в кольцо обособленные камбии пучков. Эти новые части, дополняющие кольцо, носят название межпучкового камбия. Это кольцо занимает теперь место первоначального камбия и вскоре внутри его образуется кольцо древесины, а снаружи кольцо луба. Части кольца, образуемые межпучковым камбием, не имеют прямого сообщения с листьями.

Так как новые листья возникают в верхушках ветвей, то сосудистые тяжи, относящиеся к ним, соединяются с сосудистым цилиндром на подобие первичных тяжей, ибо строение молодых веточек во всех пунктах сходно с тем, какое мы нашли у ростка.

В нашем климате в конце каждого года рост большинства деревьев прекращается благодаря тому обстоятельству, что листья опадают. Когда он начинается выпусканием листьев следующего года, весь процесс протекает сызнова. По внешнему виду древесина, образовавшаяся в конце года, отличается от той, которая образуется в начале сезона, так что образование каждого года, если рассмотреть поперечный разрез ветки или сучка, отчетливо отделяется от образования следующего года. Образование каждого года называют годовым кольцом. Кольца древесины легко расглядеть, но кольца луба не так заметны (рис. 29).

Когда дерево стареет, то центральная часть его древесины обыкновенно отмирает и делается очень твердой. Единственной живою частью древесины ока-

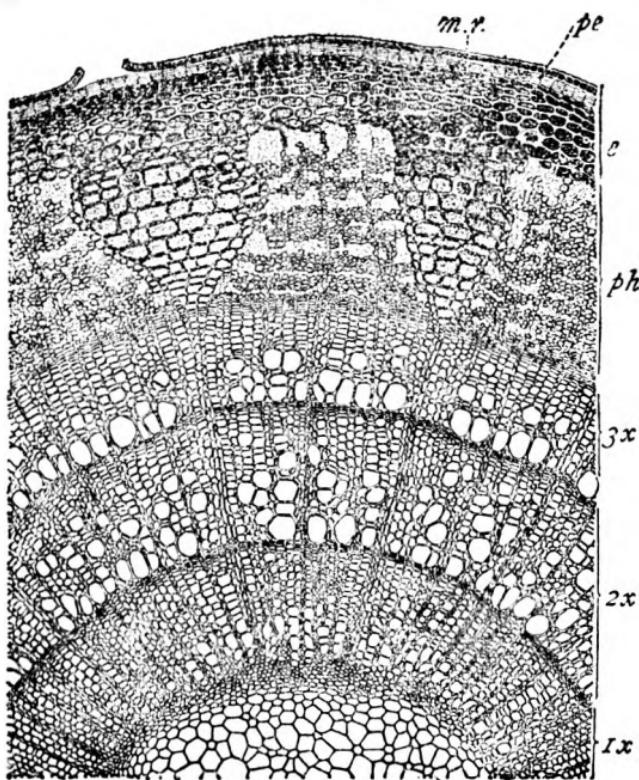


Рис. 29. Разрез трехлетней ветки липы. 1x, 2x, 3x, — последовательные годовые кольца древесины. (По Кни).

зываются узкая область у камбия. Это — так называемая заболонь, а мертвый центр есть ядро.

Превращение части древесного цилиндра в твердое ядро необходимо для укрепления ствола и сучьев.

По мере утолщения ствола и сучьев, наружные области их укрепляются нарастанием корки. Последняя как в стебле, так и в корне начинается

образованием пробки. В корне слои пробки возникают в перицикле; в стебле они обыкновенно начинаются в коре сейчас под эпидермисом (рис. 30). С годами в этой области образуется все больше слоев пробки. Внешние оказываются пронизанными чечевичками (рис. 31). Все они возникают одним и тем же путем, посредством образования меристематических слоев, которые производят пробку извне себя

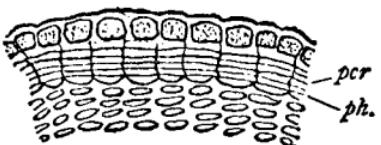


Рис. 30. Начало образования пробки в стебле.

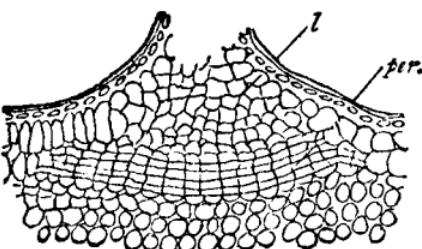


Рис. 31. Разрез чечевички. *l*, *per* — пробковый слой.

и откладывают живые коровы клетки внутрь, значительно уподобляясь своим поведением камбию (хотя клетки, образуемые ими, не дают начала лубу и древесине). Пробка непроницаема для воды, и потому все клетки за самым внутренним слоем ее отмирают; образовавшаяся таким способом ткань и составляет корку (рис. 32). С годами она становится все более толстой, сильно морщинистой и потрескавшейся от действия бурь и ненастий, претерпеваемых деревом.

Теперь займемся исследованием внутреннего строения листа. Мы уже знаем, что специальная работа его в главных чертах носит двоякий характер. Лист — главный деятель в испарении воды, которую растение не удерживает в себе надолго; в то же время

он является главным местом выработки органических пищевых веществ. Эти две обязанности выполняются: первая — преимущественно нижней, вторая — верхней половиной листа. Черешок листа обладает строением, в общем сходным со строением стебля, с той лишь разницей, что сосудистые тяжи черешка

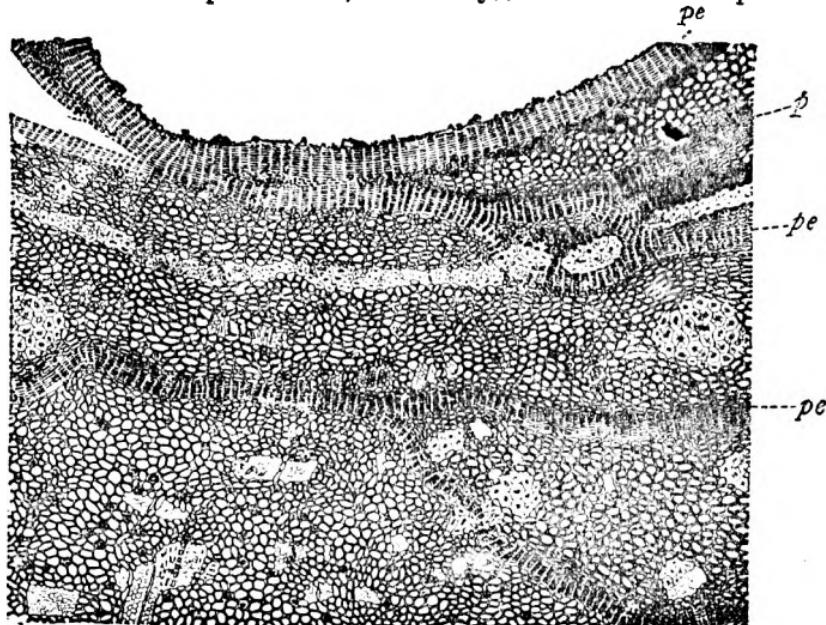


Рис. 32. Разрез корки дуба; ре — пробковые слои, возникающие на различных глубинах корки. (По Кни).

не образуют полного цилиндра, а лишь полуцилиндр, открытый с верхней стороны (рис. 33); и по внешнему виду черешок не имеет обыкновенно цилиндрической формы, но приплюснут с верхней стороны. Мало изменяясь в строении, он продолжается в пластинку, где представляет собою срединную жилку.

Пластинка черешкового листа есть конечная часть выроста в виде уплощенного крыла, которое раз-

вилось по оба края черешка. Часть между крыльями обыкновенно называют срединной жилкой. Если мы сделаем разрез через пластинку, то увидим, что ее строение приспособлено к работе, для которой развивалась плоская часть. На обеих поверхностях мы находим эпидермис, при чем нижняя сторона про-

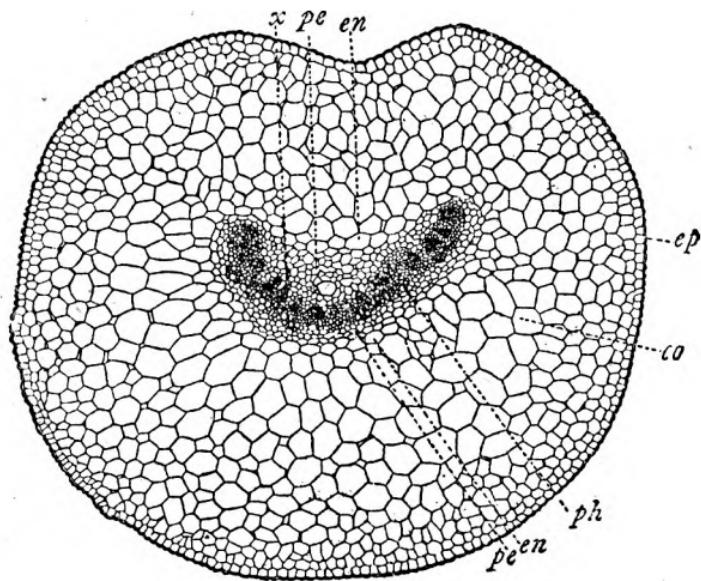


Рис. 33. Разрез черешка *Primula Sinensis*; *ep* — эпидермис; *co* — корка; *en* — эндодермис; *pe* — перицикл; *ph* — луб; *x* — древесина.

буравлена устьицами. Клетки под верхним эпидермисом длины и узки и расположены друг возле друга наподобие вертикальных кольев забора. Они касаются друг друга почти по всей длине, межклетные пространства здесь малы и немногочисленны. Этих клеток может быть один или несколько слоев, составляющих, так называемую, палисадную ткань. Клетки содержат в себе много хлоропластов, окрашенных в их протоплазму. В каждой клетке обыч-

поверхности имеется центральная вакуоля, наполненная водой. Хлоропласти способны совершать небольшие движения в клетке. В этом-то слое, наиболее выставляемом действию света, и вырабатывается крахмал (см. рис. 20, стр. 60).

Клетки, из которых построена нижняя половина листа, имеют шарообразную, кубическую или удлиненно-овальную форму и расположены так, что со-прикасаются лишь в немногих точках; вследствие этого межклеточные ходы между ними очень обширны, иногда занимая больше места, чем самые клетки. Эту ткань часто называют губчатой тканью листа. Клетки эти также содержат в себе хлоропласти, но далеко не так много, как палисадные клетки. В этом слое совершается испарение. Жилки обыкновенно пробегают в толще пластинки между этими двумя клеточными слоями. Таким образом, строения как черешка, так и пластинки, обнаруживают точное приспособление к двум главным обязанностям листа.

ГЛАВА VIII.

Однодольное растение.

До сих пор наше внимание было обращено главным образом на особенности двудольного растения. Теперь займемся изучением другой формы, у которой зародыш имеет всего одну семенодолю. Растения этого типа не так многочисленны, как первые, но все же широко распространены. В нашем климате наиболее обычны злаки и та группа, которая представлена обыкновенной белой лилией.

Если мы возьмем зерно пшеницы, то перед нами будет то, что обыкновенно называют семенем растения. Но это не совсем правильно; в действительности, это плод, внутри которого содержится семя, но кожура семени и стенка плода так тесно соединены между собою, что мы не можем разделить их. Зерно пшеницы представляет собою маленькое яйцевидное тело, приплюснутое с одной стороны и снабженное по всей длине желобком.



Рис. 34.
Продоль-
ный
разрез
зерна овса.

Сзади, почти у нижнего конца зерна, имеется небольшой морщинистый участок, отмечающий положение зародыша, над которым, образуя большую часть зерна, простирается эндосперм, наполненный пищей для молодого растения на время его первого роста или проростания. Разрез зерна показан на рис. 34.

Зародыш злака обладает одной большой семенодолей, которая вначале составляет конец и непрерывное продолжение оси его по прямой линии, тогда как почечка вырастает вбок на некотором расстоянии ниже верхушки. По мере роста зародыша, семенодоля отодвигается в сторону, и почечка с корешком оказываются лежащими на одной прямой линии, как у двудольного растения. Семенодоля затем помещается вдоль оси зародыша, отделяя его от эндосперма. Страна, находящаяся в соприкосновении с последним, это — та часть, которая поглощает пищу в клетках эндосперма. В других семенах семенодоля остается на одной линии с корешком, так что весь зародыш окружен эндоспермом. Но при проростании

верхний конец семенодоли последним оставляет покров семени; он остается здесь и поглощает эндосperm, покуда он существует.

Если намочить несколько зерен пшеницы или ячменя и подержать их в тепле, то вскоре начинается прорастание их. Корешок выступает белым тельцем из семявхода; расглядывая спинку вдоль всего зерна, мы можем заметить, что маленький остроконечный выступ постепенно продвигается под кожицеей в другом направлении и, наконец, выходит наружу на другом конце зерна: это — почечка. Увеличиваясь в размерах, она сдвигает остаток зерна, которое оказывается сбоку молодого растеняца. Зерно остается под землей.

Дальнейшее развитие отличается от развития двудольного растения. Главный корень почти совсем не растет и вскоре отмирает, но выше его из нижней части стебелька возникает несколько новых, так называемых, придаточных корешков. Рост молодого стебля лучше наблюдать на каком-нибудь крупном злаке — напр., на кукурузе. Вначале он очень слаб, но, по мере развития, его точка роста становится все крупнее и крепче, так что каждый последующий узел и междуузлие оказываются больше предыдущих. Таким образом, молодой стебель имеет форму опрокинутого конуса (рис. 35). Это продолжается до тех пор, пока растение не достигнет известной высоты; тогда это непрерывное увеличение прекращается, и дальнейшие части стебля оказываются цилиндрическими. С другой стороны, корни развиваются из узлов нижней части стебля — так бывает у очень многих однодольных; возникнув не-

обычным порядком, они получили название при-
даточных корней.

Стебель однодольного растения обычно про-
изводит по одному листу в каждом узле. Этот лист
имеет очень широкое основание, обхватывающее стебель в значи-
тельной мере или даже сплошь
кругом. Такие листья называют
влагалищными.

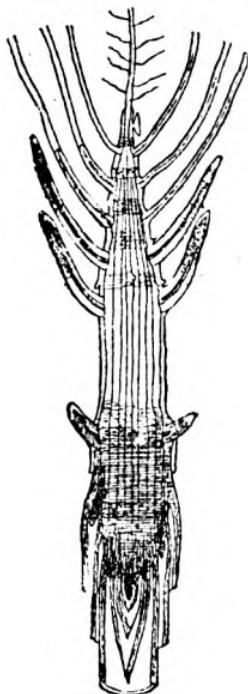


Рис. 35.

Диаграмма роста стебля
однодольного растения
(кукурузы). (По Саксу).

Общие потребности однодольного растения не очень отличаются от потребностей двудольного, и поэ-
тому о них нет нужды распространяться. Однако, распределение про-
водящих тканей здесь существенно
иное, поскольку дело касается стебля. Тяжи корня размещены
так же, как и в двудольном расте-
нии, но он не увеличивается в тол-
щину, и поэтому не обнаруживает
развития камбия или вторичных
древесинных элементов. Тяжи стеб-
ля сосредоточены в центральном
цилиндре, но каждый сопряжен-
ный (коллятеральный) тяж луба и

древесины идет по стеблю особняком. Каждый окружен
предохранительным влагалищем из отвердевших кле-
ток и никогда не содержит камбия. Тяжи многочис-
ленны и расположены рядом кругов. Когда число их
очень велико, это круговое расположение трудно за-
метить, и тяжи представляются густо рассеянными по
центральному цилиндуру (рис. 36). Они составляют

непрерывное целое с подобными же тяжами листа, которые и здесь называются жилками. Эти жилки идут параллельно друг другу, не образуя сложной сетки, какую мы наблюдали в листе двудольного растения.

Соотношения между листом и стеблем несколько отличаются от тех, какие существуют у большинства двудольных. Основания листьев обхватывают стебель и по общему правилу не опадают осенью. Однако, рано или поздно, лист отмирает, но основание его остается на своем месте. По мере того, как стебель стареется (у большинства пальм, например), эти листовые основания покрывают почти весь ствол, отчего он кажется гораздо толще, чем на самом деле.

Под обеими поверхностями листа имеется тонкий слой палисадной паренхимы.

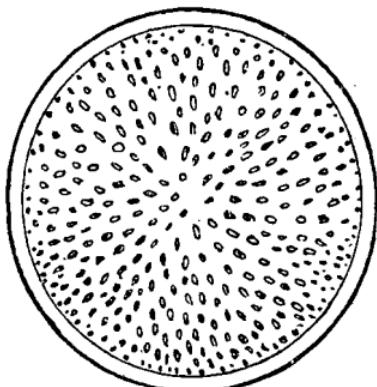


Рис. 36. Вид поперечного разреза стебля.

ГЛАВА IX.

Пища растений.

Во введении мы в общих чертах коснулись важного вопроса о питании растений. Теперь необходимо вернуться к этому вопросу и рассмотреть его с большей обстоятельностью.

К веществам, поглощаемым растением, относятся, во-первых, углекислый газ, имеющийся в воздухе, а

во-вторых, вода и растворенные минеральные вещества, усваиваемые корнями из почвы. Мы должны еще раз подчеркнуть то обстоятельство, что эти материалы в том виде, в каком их поглощает растение не являются пищей в собственном смысле, и что превращению их в питательный материал предшествует немалая работа. Только зеленое растение в состоянии перерабатывать их в такие соединения, которые могут быть усвоены другим живым существом; эта работа выполняется хлоропластами, яйцевидными тельцами, содержащими зеленое красящее вещество. С другой стороны, хлоропласти могут работать только тогда, когда получают достаточное количество света.

Углекислый газ существует в воздухе в крайне малом количестве, не более 3 частей на 10.000 частей воздуха. Газ входит в растение через устьица, а оттуда поступает в межклетные пространства, где получает доступ в клетки, содержащие хлоропласти. Почвенная вода описанным нами образом препроявляется в те же клетки, непрерывно пополняющие запас ее в своих вакуолях. Таким образом, в клетках паренхимы листа имеется запас углекислого газа и хлоропластов. Когда солнечный свет падает на листья с достаточной силой, то в них начинается созидательный процесс или деятельность. Стадии его не вполне еще выяснены, но нельзя, повидимому, сомневаться, что хлоропласти каким-то образом возбуждают химическую деятельность; углекислый газ и некоторое количество воды исчезают, замещаясь простым органическим веществом, носящим название формальдегида, а в то же время освобождается кс-

личество кислорода, равное об'емом поглощенному углекислому газу. Кислород поступает из клеток в межклетные пространства и выходит из растения через устьица. Таким образом, первым органическим продуктом рассматриваемого нами процесса является формальдегид; это — газообразное тело, которое обнаруживается всегда в крайне малых количествах, ибо оно почти немедленно превращается в крахмал или род сахара. Следовательно, выработка крахмала составляет первую стадию приготовления пищи растения.

Выработка крахмала не может происходить без затраты энергии. Опыт повседневной жизни учит нас, что машину нельзя заставить работать без притока энергии. Паровая машина не может, напр., работать без расходования определенного количества топлива. Откуда же хлоропласт получает энергию, затрачиваемую на выделку крахмала? Ответ на этот вопрос об'ясняет необходимость надлежащего освещения, о котором мы говорили, как о непременном условии деятельности хлоропласта. Солнечные лучи, которые мы и подразумеваем под лучами света, поглощаются зеленым красящим веществом хлоропласта. Это можно доказать при помощи инструмента, называемого спектроскопом и состоящего из системы стеклянных призм. Если заставить пучок белого солнечного света падать на такую призму, то лучи, из которых он составлен, по выходе из призмы, неодинаково отклоняются от своего первоначального пути, и если пересечь им путь плоской поверхностью, напр., белой бумагой, то на ней появится полоса, состоящая из ряда цветов, в таком порядке: красный, оранже-

вый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Если между источником света и призмой мы поместим тонкий слой раствора хлорофилла, то увидим, что не все лучи доходят до призмы, и цветная полоса, которая выходит из нее не непрерывна, но некоторые части ее как бы вычеркнуты. Спектр, как называют эту полосу, пересечен вертикально множеством темных полос, соответствующих положению недостающих лучей. Хлорофилл живой клетки поглощает эти лучи совершенно так же, как раствор хлорофилла в приведенном опыте, и от этих-то лучей растение и заимствует энергию, которая ему нужна. Наиболее деятельными оказываются некоторые из красных лучей; они совпадают по расположению с широкой черной полосой в спектре, о котором мы сейчас говорили.

Этот процесс созидания крахмала может происходить только при умеренной температуре.

Другую очень важную часть пищи растения составляет протеин или белок, отличающийся от той группы пищевых веществ, к которой принадлежит крахмал, сахар и др., тем, что содержит в себе азот. Покуда мы еще очень мало знаем о процессах, помощью которых вырабатывается протеин. Азотистые соединения, преимущественно азотнокислые соли калия, кальция, магния поглощаются корнями в виде водного раствора. Изменения, которые они претерпевают каким-то, еще непонятным для нас образом, ведут к образованию еще более сложных азотистых соединений, обыкновенно, называемых амидами. Из них можно назвать аспарагин, лейцин и тирозин.

Путем дальнейших изменений, также не выясненного характера, последние превращаются в протеины.

Третьей составной частью пищи растений является жир или масло. Последнее вещество не так широко распространено и в большинстве случаев появляется только в особых складочных пунктах растений. Оно образуется прямо из живого вещества, а не строится, повидимому, из более простых материалов в растении.

Образовавшийся в растении крахмал откладывается в хлоропластах в виде крахмальных зерен, но он легко может раствориться, превращаясь в другое тело — сахар. По химической своей природе эти близкие вещества и относятся к группе углеводов; они легко поэтому могут превращаться друг в друге. Так крахмал может быть превращен в сахар действием разбавленных минеральных кислот, в растении это превращение совершается действием особого тела, называемого *диастазом*, представляющего собою пищеварительное бродило (фермент или энзим). При благоприятных условиях вместе с углеводами вырабатывается, по всей вероятности, и известные количества протеина.

Клеткам, в которых выделяются эти пищевые вещества, приходится приготовлять пищу в достаточноном количестве не только для себя, но и для всего растения, многие клетки которого, как мы видели, служат совсем иным целям. Поэтому необходимо, чтобы пища вырабатывалась в больших количествах, а излишек ее препровождался из тех клеток, в которых она изготавливается, в другие клетки организма. Часть ее уходит на питание и рост тела растения, и немалое количество откладывается в различных местах для питания воспроизводительных органов.

Благодаря этому, по растению непрерывно движутся выработанные пищевые материалы. Углевод, временно отложенный в виде крахмальных зерен хлоропласта, убирается прочь с наступлением темноты. Фермент или энзим диастиаз, имеющийся в клетках, превращает крахмал в другую форму сахара. Поток такого сахара оставляет лист в течение ночи и переходит в другие клетки растения либо для того, чтобы быть потребленным в процессе роста, либо для образования запаса на случай нужды. По всей вероятности, такой ток сахара совершается и днем, но, пока идет выработка углеводов, его трудно заметить.

Оставляя клетку, протеины прежде всего превращаются действием фермента в амиды, о которых мы говорили выше, и в этом виде проходят по тканям растения.

Углеводы и протеины, либо амиды, усваиваются живой протоплазмой и сливаются с ее веществом. Это и есть настоящая ассимиляция или питание растения.

Пищевые вещества, которые непосредственно не потребляются, а откладываются про запас, испытывают превращение, представляющее процесс, противоположный тому, какой вызывается действием энзимов. Сахар превращается обратно в крахмал благодаря деятельности некоторых пластид, очень похожих на хлоропластины, но лишенных зеленого пигмента. Эти лейкопластины, как их называют, имеются в клетках, в которых происходит накопление запасов. Амиды вновь перерабатываются в протеины и окладываются в клетках. В семенах они существуют

в виде особых зерен белкового вещества, издавна носящих название алейроновых зерен (клейковина). Они образуются протоплазмой клетки, а не пластидами.

Перенос этих потоков пищевого материала выполняется, главным образом, теми мягкими частями сосудистых тяжей, которые мы называли лубом или флоэмой.

ГЛАВА X. Дыхание растений.

Всем нам известен процесс дыхания. Мы знаем, что все мы постоянно вбираем в легкие воздух — вновь его выпускаем. Но не всем, пожалуй, известно, что воздух, выдыхаемый нами, отличается от того, который мы вдохнули, в двух важных отношениях: он приобрел некоторое количество углекислого газа и лишился некоторого количества кислорода.

Точно так же и растения в течение всей своей жизни поглощают кислород и выделяют углекислый газ; эти два процесса составляют начало и конец другого очень сложного внутреннего процесса, называемого дыханием. Этот обмен газов, покуда длится деятельная жизнь растения, может быть замечен с помощью надлежащих приемов хотя днем его трудно наблюдать, так как днем происходит поглощение углекислого газа и выделение кислорода, что связано, как мы знаем, с выработкой крахмала. Чтобы доказать поглощение кислорода, возьмите склянку и закупорьте ее гуттаперчевой пробкой, через которую проходит стеклянная трубка, дважды изогнутая под прямым углом. Погрузите

конец трубки в ртуть, находящуюся в небольшом сосуде, поставленном рядом со склянкой. Набросайте в склянку свежих листьев. Кроме того, поместите в склянку пробирку с раствором едкого калия и закупорьте ее так, чтобы выводная трубка была погружена в ртуть. Держите в течение нескольких часов аппарат в темноте и при постоянной температуре. Ртуть начнет постепенно подниматься в трубке, и это будет продолжаться некоторое время — доказательство, что в склянке произошло уменьшение об'ема воздуха. Анализ воздуха, оставшегося после этого в склянке, покажет, что об'ем азота остался прежний, тогда как об'ем кислорода уменьшился. Исследование едкого калия покажет, что он поглотил некоторое количество углекислого газа.

Едкий калий употребляется в данном случае потому, что углекислый газ, выделяющийся при дыхании, почти равен по об'ему поглощенному кислороду, так что если не удалить его, то уменьшение об'ема кислорода возместится добавлением углекислого газа, и ртуть в трубке не поднимется, едкий калий же поглощает углекислоту.

Что живое растение выдыхает углекислый газ можно доказать и другим способом. Поместите несколько листьев в склянку, в пробку которой установлена одна трубка для впускания воздуха, другая — для выпускания. Пропустите воздух через бутылку, содержащую раствор едкого калия, который освободит его от всяких следов углекислого газа. Перегоните этот воздух через склянку с помощью воздушного насоса или аспиратора, а затем впустите его в бутылку с известковой водой. Известковая

вода вскоре станет молочно-мутной, благодаря образованию углекислого кальция, обусловленному действием углекислого газа на известь. Так как мы не впустили в склянку ни капли углекислого газа, а с другой стороны, помутнение известковой воды доказывает, что некоторое количество этого газа попало в нее вместе со струей воздуха, накачанного в бутылку, то ясно, что углекислый газ был выделен растением.

Кроме углекислого газа, растение выделяет также некоторое количество водяного пара.

Чтобы понять смысл или цель дыхания, вернемся назад и рассмотрим некоторые особенности выработки углеводов. Мы видели, что энергия, необходимая для этой работы, получается от солнца. Она созидает крахмал, сахар и другие соединения, остающиеся в растении. Эти вещества сохраняют в себе энергию, затраченную на выработку их. При их разложении или переходе в простые соединения, подобные тем, из которых они сделаны, эта энергия может снова освободиться. Например, если мы их сожжем, то освободим большое количество теплоты, которую можно произвести другую работу. Таким образом, построение растительного, как живого, так и неживого вещества влечет за собой фиксацию или накопление больших количеств энергии, а также материала. Целью дыхания, влекущего за собой разрушение органического вещества, является освобождение энергии, без которой жизненные процессы не могли бы иметь места.

ГЛАВА XI.

Эволюция растительных форм. — Водоросли.

Соображения, высказанные в предыдущих главах, в значительной мере прилагаются только к высшим наземным растениям. Но растительное царство обнимает не только эти последние. Есть много других типов растений, отличающихся от рассмотренных нами наземных, а также между собою, во многих отношениях. Они живут в разнообразных положениях, достигают самых различных размеров и обнаруживают большое разнообразие в своем внутреннем строении. Очень большое число растений — одни простые, другие очень сложные по степени развития — живут почти целиком, или целиком в воде. Многие другие, простого строения, ются в сырых местах, на камнях по берегам рек, на сырой земле, на стволах деревьев внизу, у земли; третьи обитают в жарких, сухих местностях, где воды очень мало. Почти все эти формы, как и высшие растения, обладают зеленым красящим веществом; но есть растения, утратившие его и живущие, поэтому, на гниющих веществах или в теле других растений или животных.

Если мы бросим взгляд на всю массу растительности и сопоставим простые формы с очень сложными, то увидим, что во всем растительном царстве существует и существовало непрерывное, хотя и очень медленное стремление в сторону все большей сложности. Это заставляет нас думать, что наиболее высоко организованные растения, какие мы видим в настоящее время, развились из крайне простых форм на протяжении долгих веков.

Если мы пожелаем узнать, как это происходило, то о ходе этого процесса сможем составить себе представление, если начнем изучать современные простые растения и постепенное возрастание сложности, которое можно будет отметить у них. Весьма вероятно, что различные формы покажут нам различные стадии, через которые проходило развитие растений.

Одними из простейших растений, какие мы находим в наше время, оказываются крохотные организмы, обитающие в воде. Они состоят из одного комочка протоплазмы с ядром; одеты тонкой клеточной стенкой и содержат в себе зеленое красящее вещество. Без опасения сильно ошибиться мы можем предположить, что первое растение, существовавшее на земле, не очень отличалось от этого и также обитало в воде. Вряд ли мы также ошибемся, полагая, что вся группа морских водорослей возникла путем постепенного развития из такой формы, быть может, еще до того, как на поверхности суши появились какие бы то ни было растения. Если мы станем исследовать эту группу морских водорослей, то увидим последовательный ряд все более и более усложняющихся форм, и это до известной степени подтвердит наше предположение, что таким путем происходило развитие или эволюция растительного царства. Есть два пункта, которые надо положить в основу наших размышлений об этих изменениях: во-первых, во всякой живой материи существует предрасположение к тому, чтобы стать более высоко организованной; во-вторых, эта организация обусловливается прямым или косвенным воздействием окружающей среды; наилучше преуспевает то растение, которое наиболее

полно гармонирует с нею. Второй из этих пунктов, поскольку он касается высшего наземного растения, мы уже иллюстрировали в достаточной мере.

Возможно, что первоначальные предки морских водорослей по строению были даже проще описанных нами организмов и не обладали даже клеточной стенкой. Если так, то к образованию этой клеточной стенки в целях защиты, несомненно, должно было привести постоянное соприкосновение живой материи с водой и различными препятствиями, в ней находящимися.

Однако, развитие этой перепонки или оболочки вокруг клетки внесло затруднения в ее отношения к воде, свободный доступ к которой по многим причинам был крайне важен для ее благосостояния. Нетрудно понять, что быстрое развитие вакуоли, с ее запасцем воды, явилось средством обойти это затруднение.

Увеличение размеров протопласта, несомненно, произошло в один из ранних этапов жизни растения. Для клетки, заключенной в перепонку, это было возможно только до известной степени, чтобы не ослабить оболочки и не нанести ущерба ее оборонительным качествам. Затем последовало разделение клетки пополам и постепенное отделение половинок друг от друга. Здесь мы видим простейшую форму размножения, следующего за ростом; каждый из двух протопластов, произошедших от деления, обладает теми же свойствами, что и первоначальная клетка. Когда в некоторых случаях процессы роста и деления становятся очень быстрыми, то в двух новых клетках может, с своей стороны, начаться

деление еще прежде, чем они отделятся друг от друга. Таким путем постепенно возникнет новая форма растения, — такая, в которой процессы деления продолжаются, но клетки не отделяются друг от друга, так что в результате получается цепь или нитка клеток. На первых порах, по крайней мере, они будут сохранять свою индивидуальность, оставаясь почти столь же независимыми друг от друга, как если бы отделились — связь их будет преимущественно механической. В наших прудах и ручьях существует немало водорослей, обладающих в точности такою структурой.

Сохранение этого нитевидного устройства возможно в том случае, если клетки всегда делятся так, что новые клеточные стенки возникают поперек длины нити. Не подлежит, повидимому, сомнению, что некоторые растения вскоре уклонились от этого способа деления, и что некоторые перегородки стали возникать под прямыми углами к другим. Это привело к образованию плоской плитки клеток, толщину все же в одну клетку. Растение с таким устройством встретило бы едва ли больше затруднений, чем нитевидная форма; потребности клеток останутся те же, хотя растение легко может достигнуть гораздо больших размеров, так как число его протопластов часто измеряется многими сотнями. Однако, клетки были бы все одинаковы и, вероятно, сохранили бы самостоятельность, так как вода имела бы доступ к каждой из них. Растения этого типа еще существуют среди современных морских водорослей.

Гораздо более сложное строение получилось бы в том случае, еслибы протопласти начали делиться в

трех плоскостях, каждая под прямыми углами к двум другим. Без сомнения, за этим дело не стало, и растения вскоре приобрели телесную форму, вместо прежних нитей или однослоиных пластинок. Это был самый важный шаг, ибо он изменил соотношение между клетками или протопластами растения и окружающей водой. Только внешние клетки в такой массе способны были поглощать воду, питание же внутренних клеток зависело от внешних. Внешние же клетки подвергались и наибольшему риску от изменения температуры воды и соприкосновения с частицами, находящимися в ней, или от многих других опасностей, которыми угрожает растению окружающая среда. Эти опасности и затруднения должны были возрастать с увеличением размеров растения. Затруднения внутренних клеток носили иной характер, но были не менее серьезны. Они вынуждены были расчитывать на помощь внешних клеток при возобновлении воды в своих вакуолях, при получении необходимого для дыхания кислорода, пищи или ее составных частей и при удалении возможных отбросов. Так, внешние и внутренние клетки мало-помалу становились все менее похожими друг на друга, или более специализировавшимися. Постепенное изменение строения и формы растений было вызвано необходимостью приспособиться к условиям жизни.

С некоторой долей вероятности можно представить себе и дальнейший ход событий. По мере увеличения об'ема наружные клетки еще больше отдавались делу защиты растения и поглощения материала; внутренние переставали развивать хлорофилл, получая все меньшие света, и дело выработки пищи, составляющее

задачу хлорофилла, таким образом, перешло к наружным слоям. Во внутренней массе некоторые клетки занялись, главным образом, скоплением веществ получаемых ими от остальных клеток, снабжающих их кислородом и пищей. С дальнейшим увеличением размеров наружная поверхность все еще симметричного шарообразного растения стала недостаточной для удовлетворения всех потребностей внутренней массы; поверхность шаровидного растения перестала соответствовать его об'ему. Это повлекло за собой ограничение роста преимущественно некоторыми участками поверхности, которые мы теперь называем точками роста; здесь умножение клеток повело к образованию конических выростов, а эти последние, в свою очередь, стали ветвями. Чем крупнее становилось растение, тем необходимей ему было ветвиться ввиду опасности от бурь и водных течений. Задача перехода поглощенной воды из наружных клеток во внутренние заключала в себе вопрос о ее способности проходить через клеточные стенки, лежавшие на ее пути. Так как длина тела растения увеличивалась с выпусканием ветвей, то многочисленность клеточных стенок создавала неудобное препятствие прохождению необходимых веществ. Ток, шедший в каком-либо направлении, заставлял клетки несколько вытягиваться соответственным образом и становиться продолговатыми! Это удлинение вскоре стало выгодным, так как при такой форме клеток на данное расстояние приходилось меньше стенок. Таким образом, в областях переноса веществ удлиненные клетки стали наиболее обычным типом. С течением времени конечные стенки проды-

рвались, а позднее и совсем уничтожились, так что вода и др. вещества могли свободно проходить по тракту, первоначально представлявшему собой ряд столбиков из клеток. Ход этого изменения внутреннего строения можно наблюдать у многих современных растений. Каждый столбик, утративший конечные стенки, образует сосуд. Мы находим их вполне развитыми только у наземных растений, но некоторые из крупных морских водорослей заключают в себе очень похожие образования, конечные стенки которых прободены большими отверстиями.

В то время, как происходили эти перемены внутри растения, на внешних частях появлялись другие признаки специализации. С увеличением об'ема и гибкости растительного тела, особенно у нитевидных форм, растению стало выгодно прикрепляться к какому-нибудь грунту, а не плавать свободно в воде. Так развились органы прикрепления; у некоторых из простых нитевидных форм они представляли собой видоизмененную клетку у основного конца нити; у об'емистых растений весь нижний конец нередко специально превращался в особый хватательный орган, способный обрасти вокруг камней, или врастать в трещины.

Такие приспособления мы находим в настоящее время у крупных водорослей морских побережий. Эти органы — не настоящие корни, ибо они только прикрепляют растение, но не поглощают для него питательных минеральных веществ.

Подобное развитие тела было достаточным для водяных растений, в роде морских водорослей. Даже у самых крупных из них замечается лишь незначи-

тельная специализация строения сравнительно с тем, какое необходимо растениям, вынужденным жить на суше. У многих современных форм мы можем найти три системы тканей: наружный, защитительный и поглощающий покров, проводящую систему, а между ними систему клеток, не принадлежащих ни к той, ни к другой группе, и назначение которых покуда для нас не вполне ясно.

Мы видим, что разделение растительного тела на члены здесь не идет так далеко, чтобы мы имели право говорить о стебле, листьях или корне. В некоторых случаях тело не разделено, в других сильно разветвляется, но, в сущности, строение его остается одним и тем же. Такой форме растения, будет ли оно разветвленным или простым, массивным или крохотным, мы даем название таллома, или слоевища.

ГЛАВА XII.

Развитие процессов размножения у водорослей.

В то время, как совершались эти изменения в форме и строении растительного тела, развивались, с своей стороны, и способы возникновения новых растительных неделимых или особей. Покуда растения обладали только одноклеточным телом, деление клетки вызывало появление новой особи; в сущности, особь была то же самое, что клетка. Но когда клетки не успевали отделиться, неделимое растение становилось тождественным с цепью клеток. Таким образом, деление клетки прибавляло новое звено к цепи, но не создавало новой особи. На некоторое время простой способ воспроизведения посредством деления

клетки сменился распадением цепи на ряд отрезков, каждый из которых вырастал в новую нить, подобную первой. Этим способом размножаются в настоящее время некоторые сине-зеленые водоросли и многие грибы.

Однако, эти простые способы давали начало сравнительно ничтожному числу отпрысков. В виду того, что каждому растению приходилось выдерживать конкуренцию соседей в борьбе за выгоды, доставляемые окружающей средой, а особенно в виду кратковременности жизни особи, явилась необходимость в многочисленном потомстве. Так возникли в теле растения особые клетки, обыкновенно очень многочисленные, которые могли отделяться и давать начало новым особям. Эти клетки поныне встречаются в самых разнообразных формах. Одни из них лишены оболочки и плавают с помощью крохотных протоплазмовых нитевидных выростов, так называемых ресничек, быстрые колебания которых порождают токи в воде; другие неподвижны и хорошо защищены прочными клеточными стенками, дающими им возможность переносить жар или холод, и даже значительную степень высушивания. Такие мало специализированные воспроизводительные клетки называют спорами. Они вырабатываются разнообразными способами, и обыкновенно в очень большом числе, многими из водорослей и другой, родственной им, группой — грибами. Это был значительный шаг в распространении вида, так как каждая из множества клеток могла дать начало новому растению.

Но такое быстрое размножение ведет к ослаблению рода или расы, и, несомненно, этот способ размно-

жения был оставлен в скором времени. Он получил дополнение в другом способе, который содействовал восстановлению силы потомства. Как был впервые применен новый способ — трудно сказать. Он поныне в силе среди свободно плавающих спор морских водорослей. Каждая пара их, вместо того чтобы развиться в два новых растения, совершенно слидается вместе, образуя один протопласт, который, через некоторое время, вырастает в новое растение. Соединение двух спор называется кон'югацией, а продукт их слияния — зиготой.

В этом процессе мы имеем указание на тот путь, каким в растении начал развиваться пол. Мы не можем назвать на этой ступени какую-либо из кон'югирующих клеток мужской или женской, но нетрудно проследить дальнейшее развитие их в заметно обособленные два пола. Одна из клеток пары сделалась крупнее и неповоротливей другой; затем наступила стадия, когда более крупная клетка совсем утратила подвижность. С течением времени, вместо того чтобы развиваться из любой клетки растения, эти элементы стали вырабатываться в особых клетках или группах клеток — органах их развития. Меньшие, деятельные клетки были признаны мужскими, а малоподвижные — женскими. Вначале и те и другие были одинаково многочисленны; но так как женские клетки становились крупнее, то в специализированных клетках их вырабатывалось меньше. Число их изменялось обратно-пропорционально размерам. В то время, как мужские клетки продолжали вырабатываться в больших количествах, женские, в конце концов, оказались одиночками в своих орга-

нах. Наконец, женская клетка перестала оставлять свой орган, где с нею соединялась мужская. Такой акт слияния двух клеток называют оплодотворением. Женскую клетку теперь называют яйцом; мужскую называют сперматозоидом. Способы развития спор, яиц и сперматозоидов у этих низших растений отличаются почти бесконечным разнообразием, и углубляться в этот предмет мы не имеем возможности.

В виду сложного характера своего механизма этот половой процесс воспроизведения давал меньше потомства, чем способ размножения спорами, но зато это потомство было гораздо крепче и во всех отношениях лучше приспособлено к отправлению своих жизненных задач, и потому описанный процесс стал едва ли не всеобщим.

Однако, эта стадия — не последнее слово в развитии растений. Достоверно нельзя было сказать, действительно ли произойдет оплодотворение, так как и родители семенных клеток, и родители яйца не могли передвигаться иначе, как силою течения воды. Сперматозоиды сохраняли способность плавать по своем освобождении, но яйцо у высших типов оставалось заключенным в оогонии, или клетке, в которой оно образовалось. Эта неуверенность повела к дальнейшему усовершенствованию, благодаря которому единичный акт оплодотворения стал давать начало не одному, а нескольким молодым растениям. Это выполнялось зиготой — оплодотворенной женской клеткой, которая распадалась на несколько клеток, освобождавшихся благодаря разрыву стенки зиготы. Клетки эти в большинстве случаев были снабжены ресничками и общим видом и повадками

едва ли отличались от описанных выше спор. Такие воспроизводительные клетки можно в настоящее время наблюдать у водоросли *Oedogonium*. В этом случае единичный акт оплодотворения имеет результатом появление нескольких новых особей.

Водорослями сделан был еще один шаг вперед, наиболее ярко, однако, сказавшийся у растений, поселившихся на суше. Оплодотворенная клетка, вместо того чтобы сразу делиться для образования спор, развивалась в сравнительно об'емистое многоклеточное образование, которое затем дифференцировалось так, что только одна часть его давала начало спорам, остальная же служила для их защиты и для заведывания их питанием.

У сухопутных растений, как мы увидим, эта линия развития получила еще большую широту. Зигота дала начало гораздо более высоко организованному клеточному комплексу или спорокарпу, в котором клетки, образовавшие споры, стали более ограничены в числе и расположении. Дальнейший процесс развития повел к гораздо большему усложнению этого образования, которое дало ему возможность вести самостоятельную жизнь. Бесплодная часть, или та область, которая непосредственно не образовала спор, стала сильно увеличиваться и выросла до размеров, значительно превосходящих размеры первоначального слоевища. Тело его стало подразделяться на корень, стебель и листву, и в воздушной части споры стали вырабатываться в образованиях, называемых спорангиями. Это устройство, называемое спорофитом, теперь является преобладающей формой всех наземных растений.

ГЛАВА XIII.

Происхождение наземных растений. — Эволюция мхов и папоротников.

Теперь рассмотрим важнейший, быть может, шаг в развитии растительности — переход растений из воды на сушу. Вначале все растения были водяными, но по естественному ходу событий многие из них, несомненно, прибивались к влажным берегам водою, в которой они жили. Будучи приспособлены к жизни в воде, большинство их, без сомнения, погибало, и лишь постепенно некоторым удалось основаться на суще. Сравнение современных водяных и наземных форм показывает, какая полная перемена во всех отношениях произошла с первыми. В воде направление роста растения не представляло, сравнительно, важности, и очень многие росли в горизонтальном положении. На суще это случается крайне редко; большинство растений, как мы видели, растет вертикально вверх и вниз и обнаруживает большие различия в частях, растущих в этих противоположных направлениях. Переход растений из воды на сушу не мог, по всей вероятности, совершиться раньше, чем были приобретены описанные нами способы размножения. Первой формой, прочно утвердившейся на суще, было скорей всего приплюснутое слоевище, состоявшее, быть может, всего из нескольких клеток. Его малые размеры позволяли ему прикасаться к влажной земле значительной частью своей поверхности и таким образом поглощать необходимую воду. Но с умножением клеток, а следовательно, и увеличением размеров, это стало трудным или невозмож-

ным. Растение могло касаться влаги лишь некоторыми участками, и приток ее стал недостаточным. В настоящее время мы находим на суше такие растения, и видим, что для обеспечения притока влаги они развили выросты своих поверхностных клеток, напоминающие строением корневые волоски; эти ризоиды очень тесно пристают к поверхности и постепенно проникают между частицами земли, зарываясь, таким образом, в почву. Они чрезвычайно плотно пристают к ее частицам и получают возможность поглощать водную оболочку, окружающую каждую такую частицу. Они появляются в огромном числе и непрерывно возобновляются. По всей вероятности, такого рода устройство и позволило первым наземным растениям утвердиться на суше.

Затруднения, с которыми они встретились, вынуждали их производить как можно больше сильных потомков; а так как, благодаря недостатку воды, оплодотворение становилось все более затруднительным ввиду того, что сперматозоиды не попадали в близкое соседство с яйцом, то каждая оплодотворенная клетка стала развивать все большее количество спор. Это было выгоднее и в том отношении, что споры были более способны к сопротивлению вредным условиям, чем материнские растения, так как представляли более простое строение, более умеренные требования и сравнительно толстую наружную оболочку. С другой стороны, умножение молодых растений, которым споры давали начало, делало конкуренцию более ожесточенной. Молодые растения возникали в такой тесной близости друг к другу, что всем невозможно было получать надлежащее

освещение и достаточный питательный материал из почвы.

Уплощенная форма растения при таких условиях стала бесполезной, и перед каждым растением встало дilemma: начать расти вверх или погибнуть. Вследствие этого ризоиды стали собираться на сравнительно небольшом участке слоевища, ближайшем к почве, дабы остальная его часть могла подняться в воздух. Нисходящая часть растения, благодаря этому, постепенно привыкла жить под землей, а восходящая часть — свободно подставлять себя свету и воздуху; так получились первые указания на корень и стебель. Не нужно, однако, думать, что эти древние растения обладали корнем или стеблем в той стадии развития, которую мы наблюдаем у современных наземных растений. Способы размножения постепенно претерпели значительные изменения; приемы размножения водяных растений мало годились для прямостоящих растений, лишь отчасти имевших свободный доступ к воде или влажной земле. Перемена положения делала оплодотворение ненадежным, и сперматозоидам все труднее становилось добираться до яиц. Для облегчения этого процесса появились сложные образования, в которых стали развиваться сперматозоиды и яйца. Эти образования, так называемые антериди и архегонии, возникали в соседстве влаги, часто на нижней стороне приплюснутого слоевища, или же, как у прямостоящих форм, на частях, подвергавшихся увлажнению росой или дождем. Результатом затруднений, связанных с оплодотворением, было сильное развитие органа, возникавшего из оплодотворенного яйца и дававшего боль-

шие количества спор. Последний постепенно становился все более сложным и уже не ограничивался выработкой спор и некоторых выростов, предназначенных для их защиты, но стал самостоятелен, начав вырабатывать клетки или участки клеток, содержащих в себе хлорофилл. До этой самостоятельной выработки хлорофилла он вынужден был получать всю свою пищу от растения, давшего начало яйцу, из которого он вырос. Это яйцо никогда не оставляло архегония, в котором оно возникало. Следовательно, спорокарп, как называют споросодержащее образование, возникал в полости архегония и, таким образом, получал возможность питаться материнским растением.

Эта стадия развития наземного растения в настоящее время представлена мхами. Растения, приносящие яйца и сперматозоиды, очень малы, редко превышая 2—3 сантиметра в высоту. У них очень тонкий стебель, несущий на себе нежные листочки; прикрепляются они к почве с помощью ризоидов, отходящих от нижнего конца стебля (рис. 37, 40, В). Сперматозоиды вырабатываются в антеридиях, находящихся на верхушках некоторых стеблей среди кучки листьев, возникающих здесь (рис. 38). Сходным образом и яйца расположены на верхушках других стеблей. Каждое яйцо одиночно развивается в архегонии, бутылкообразном тельце с длинным горлышком (рис. 39). Сперматозоид может добраться до архегония только тогда, когда моховые растеняца, скученные очень густо, увлажнены дождем или росой. Добравшись вплавь до архегония, сперматозоид пробирается в горлышко последнего и сливаются с яйцом во вздутой нижней части архегония.

Стебель и листья мха очень просты по строению; первый показывает предохранительный наружный слой, или эпидермис, и внутреннюю массу нежных тонкостенных клеток. В центре один пучок их выделяется из прочих меньшими на поперечном сечении размерами, а в некоторых случаях измененными клеточными стенками; это — первый намек на проводящую систему наземных растений. Листья представляют собой плоские пластинки из клеток. После того, как совершился оплодотворение, яйцо одевается клеточной стенкой и начинает развиваться в спорокарп,



Рис. 37.
Моховое
растение.

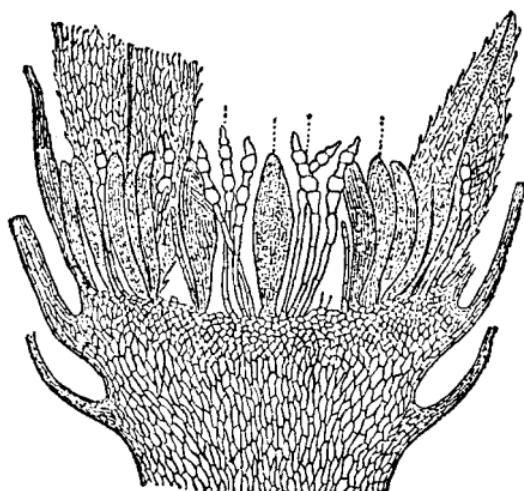


Рис. 38. Разрез верхушки стебелька мха,
несущего на себе антеридии.

или спорогоний. Это — крохотное яйцевидное тельце, сидящее на конце длинного черешкообразного органа, вырастающего также из яйца, хотя он и кажется выростом из материинского мхового расте-

ния. Спорогоний обладает довольно сложным строением (рис. 40). Он не всей своей массой принимает участие в образовании спор, но содержит в себе немало питательной ткани, так что способен жить долгое время. В нижней своей части он развивает несколько хлорофилл-содержащих клеток и, следовательно, может сам вырабатывать свою пищу. Споры развиваются в особых сбраживаниях клеток, возникающих внутри и обыкновенно находимых в форме полого цилиндра, окружающего центральную группу обычных клеток (рис. 40, С, с). Моховой спорокарп в большинстве случаев снабжен особым механизмом, который раскрывает его, когда споры созревают и должны выйти наружу.

Когда спора прорастает, она образует маленький нитевидный вырост, свободно разветвляющийся по влажной почве и очень похожий на нитчатую водоросль. Моховые растения возникают путем развития почек на таком выросте, носящем название предросток.

Таким образом, изменившиеся условия жизни про-

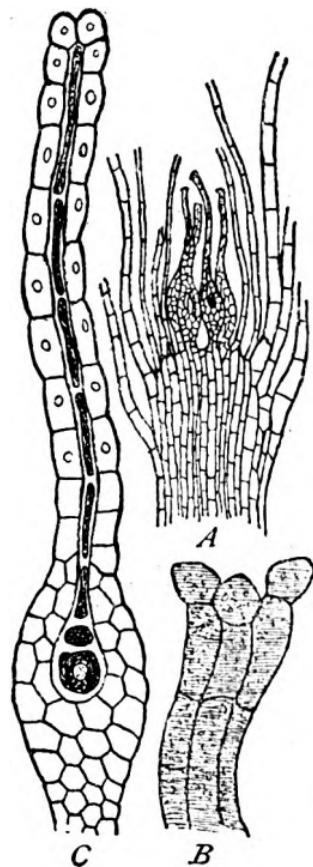


Рис. 39. А — разрез стебелька мха, несущего архегонии; В — открытое горльшко архегония; С — архегоний при сильном увеличении. (По Санксу).

извели огромный переворот в жизненной истории растений. Водяные растения с их сравнительно простым телом и процессом оплодотворения, находящим-

ся в зависимости от способности сперматозоида подплыть к яйцу, оказались совершенно непригодными к жизни на суше; вскоре началось усиленное развитие спорокарпа, который постепенно принял форму самодовлеющего растения — спорофита. Начиная с этого пункта, эволюция стала клониться к уменьшению растения, несущего яйца и сперматозоиды, пока от него не осталось почти ничего, кроме этих воспроизводительных клеток; в то же время спорофит приобретал все более важное значение, пока не

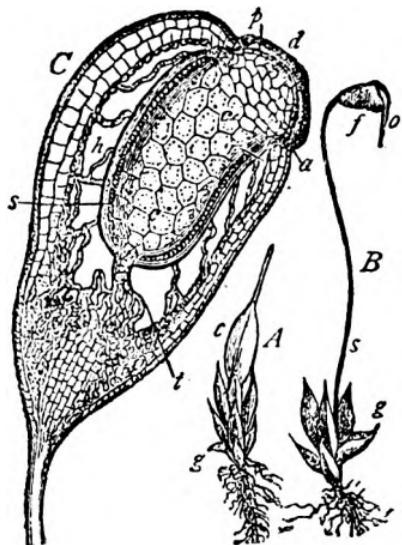


Рис. 40. *Funaria*. А — молодой спорокарп; с — капсуля или споровая коробочка; В — моховое растение с прикрепленным зрелым спорокарпом; с — стебелек спорогония; f — капсуля; г — листья мохового растения; С — разрез спорогония; с — слой клеток, развивающих споры.

получил чрезвычайно высокого развития и неизменно больших размеров, сравнительно со своим отдаленным предком.

Это изменение мы находим прочто закрепленным у папоротников и родственных им растений. Яйца и сперматозоиды возникают на тонком пластинчатом теле около 1—2 сантиметров в поперечнике. Оно лежит на земле и прикреплено к ней ризоидами. Анте-

ридии и архегонии находятся на его нижней поверхности, и оплодотворение выполняется свободно плавающими сперматозоидами. Это растение называют заростком. Он состоит из почти совершенно одинаковых клеток. Спорокарп, возникающий из него, заменен большим растением, имеющим корень, стебель и листья. Нам неизвестны стадии, какими столь крупное и хорошо организованное образование развились из первоначального спорокарпа. Но оно стоит на месте последнего в жизненной истории папоротника. Оно имеет столь важное значение и так велико в сравнении с заростком, что только его и называют собственно «растением», оставив за яйценосной частью название «заростка папоротника».

Мы видим, что переход растений на сушу произвел в их жизни и дальнейшей истории целую революцию. Большое дерево наземной флоры соответствует не целой водоросли, по частному воспроизводительному образованию, которому водоросль дала начало.

Папоротниковое растение значительно отличается от семенных растений, рассматривавшихся нами в первых главах этой книжки. Обыкновенно, у него имеются только подземные стебли, носящие название корневищ; на верхушке или близ нее каждый стебель несет несколько листьев. Стебель растет горизонтально под поверхностью земли, реагируя на тяготение иначе, чем стебель или корень цветкового растения. Листья выходят из-под земли обыкновенно загнутыми па подобие пастушьего посоха, благодаря усиленному росту их нижней поверхности. Вскоре, с усилением роста верхней поверхности, они выпрямляются совершенно так же, как лист в почке цветкового рас-

тения. За немногими исключениями, они всегда оказываются сильно рассеченными. От корневища в большом числе отходят корни.

Строение папоротникового корневища в своих деталях отличается от строения какого бы то ни было из описанных нами типов цветкового растения. Здесь

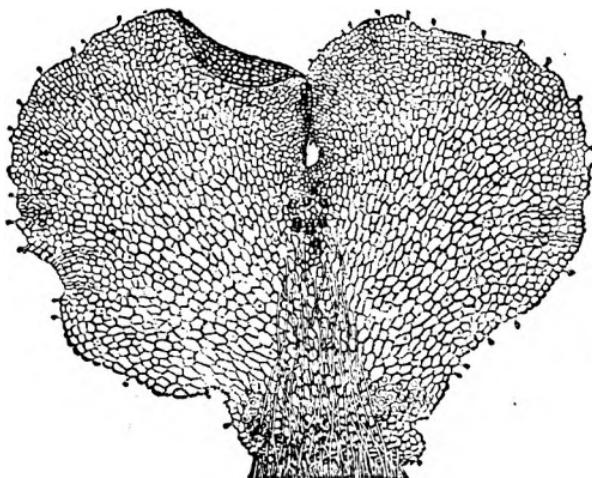


Рис. 41. Заросток папоротника. (Увел. в 5 раз).

имеются три системы тканей — дерматоген, периблема и плерома, — но они не так отчетливо выражены. Они возникают путем деления одной большой пирамидальной клетки у верхушки — так называемой верхушечной клетки, которая отрезывает от себя сегменты стенками, поочередно параллельными к каждой из ее сторон, за исключением наружной. Эти сегменты позднее делятся, образуя массу клеток, в которой происходит указанное выше разделение на три области.

Плерома дает начало не просто плотному или полому цилиндру, но такому, в котором проводящие

тяжи образуют цилиндрическую сетчатую систему. Тяжи листьев оставляют эту систему у краев петель. Тяжи состоят из древесины и луба, как и в других случаях, но здесь луб обыкновенно вполне окружает древесину. Камбия нет, и увеличения в толщину не происходит.

Листья несколько напоминают своим строением листья двудольного растения, но главная масса внутренней ткани скорее напоминает собой губчатую ткань, чем палисадную. Эпидермис содержит в себе хлоропласти. Корень по своему строению сильно походит на корень двудольного растения, но он не имеет приспособления для роста в толщину. Его период имеет толщину в несколько клеток.

Папоротник несет свои споры в маленьких коробочках, известных под названием спорангииев. У обыкновенных папоротников умеренного пояса последние сгруппированы на нижних поверхностях листьев в маленькие сорусы (или плодовые кучки, рис. 42). Каждый спорангий содержит в себе несколько спор; каждая спора по прорастании дает заросток.

Трудно сказать, каким образом растение подобного рода могло образоваться взамен спорокарпа мхов. Также трудно проследить образование цветковых растений из той ступени развития, какую представляют собой папоротники.

Разумеется, можно себе представить, что с постепенным развитием сложности спорокарпа он получил независимое существование, и что когда он достиг этого, то сделался прямостоящим растением в силу неотвратимых условий, о которых мы выше упоминали.

На той или иной стадии развития установилось различие между заростками, возникавшими из спор: одни стали вырабатывать только сперматозоиды, другие только яйца. Это различие распространилось и на самые споры, а именно: те, которые давали начало заросткам со сперматозоидами, сохранили ма-

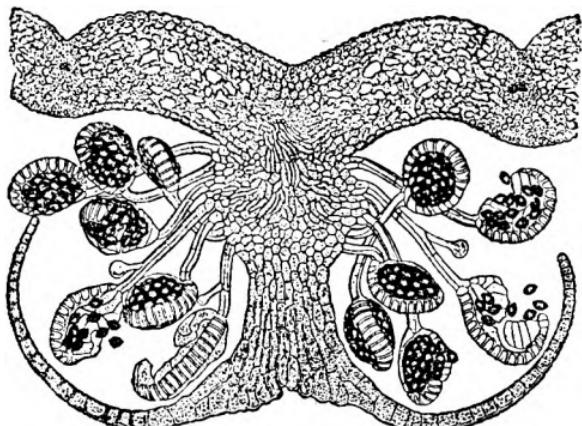


Рис. 42. Разрез соруса (плодовой кучки) папоротника, показывающий споранги, закрытые покрывальцем.

лые размеры, а споры, производившие яйценосные заростки, сделались гораздо крупнее. Изменились и самые заростки. Заростки из малых спор в некоторых случаях стали нитевидными, а во всех вообще — необычайно малыми, представляя собою не более, как срган, дающий начало сперматозоидам. Заростки из крупных спор только отчасти выступали из разорванной споры и развивались почти целиком внутри ее, при чем самая спора лишь слегка надрывала свои оболочки. Такие заростки развивали очень мало архегониев.

Эти формы доныне имеют представителей в лице

селагинелл, — группы, относимой к папоротникообразным растениям.

По мере того, как спороносное растение или спорофит становилось крупнее и, благодаря своему стоячему положению, отделялось от почвы, разделение двух видов заростка, развивавшихся из

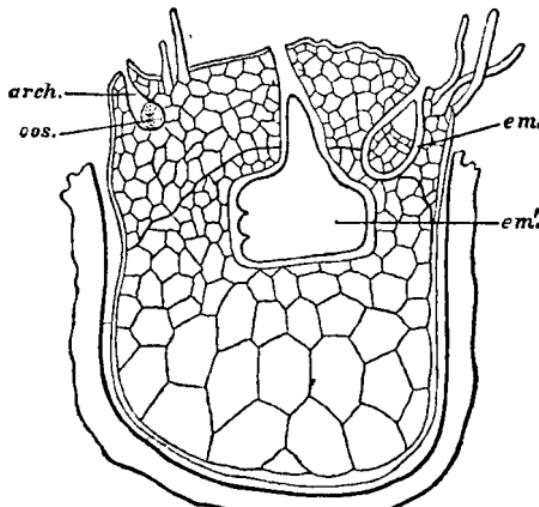


Рис. 43. Прорастание мегаспоры (большой споры) селагинеллы, показывающей заросток почти всецело внутри споры, открывшейся у верхушки.
A r c h — архегоний; *o o s* — яйцо; *emb* — молодые эмбрионы в различных стадиях развития.

спор, делало все более затруднительным оплодотворение при помощи свободно-плавающих сперматозоидов. С другой стороны, более крупные споры имели наклонность все дольше оставаться в своих спорангиях, так что время оплодотворения все сокращалось. Это повело к установлению нового способа гарантии оплодотворения, который мы находим действующим у цветковых растений. Заростки, несущие яйца, оказались совершенно заключенными

в большую спору, а те, которые приносят сперму, стали совершенно нитевидными. Вместо того, чтобы сперма приближалась к яйцу, сама малая спора приводилась различными способами в непосредственное соседство с большою, так что заростки развивались в тесной близости друг к другу. Нитевидный заросток малой споры пробивал себе дорогу внутрь, в ближайшее соседство к большой споре, а последняя продолжала оставаться в своем спорангии. Таким образом, оплодотворение совершалось при помощи трубчатого выроста малой споры (микроспоры), а не посредством свободно-плавающего сперматозоида. Если мы сравним эти два способа, — а оба они находятся в действии и по сие время, — то найдем, что в последнем все образования выставляются свободно наружу; в первом же большая часть их глубоко введена в другие части растения.

К этому предмету мы еще вернемся, когда будем рассматривать устройство цветка у высших растений.

ГЛАВА XIV.

Размножение цветковых растений. — Вегетативное размножение.

Последнюю потребность растений, какую мы должны еще рассмотреть, составляет размножение.

Эта цель достигается самыми разнообразными способами. Одни из них заключаются в отделении от обыкновенного растительного тела некоторых частей; в других случаяхрабатываются специальные воспроизводительные клетки. Первый прием часто

пазывают вегетативным размножением растений. Части, которые выполняют эту задачу у различных растений, значительно видоизменяются и могут быть рассматриваемы как отдельные органы. Они заключают в себе видоизмененные стебли, листья или корни.

Такие образования заключают в себе часть, способную к росту — нечто в роде почки — и запас пищи для питания побега, который может возникнуть из нее.

Наичаще наблюдаемая форма видоизмененного стебля известна под названием клубня. Это стебель или ветвь, растущая не на поверхности земли, а под землею. Он состоит из нескольких междуузлий, сильно раздутых и наполненных крахмалом и протеином. Листья его видны только с помощью увеличительного стекла; они представляют собою крохотные чешуйки, никогда не развивающиеся вполне. Почки находятся в их пазухах; обыкновенно их бывает несколько, так что клубень может выпустить несколько побегов, каждый из которых может вырасти в новое растение. Общедоступным примером клубня может служить обыкновенный картофель.

Другим примером подземного стебля может служить корневище таких растений, как ирис или каттике. Оно растет отчасти под землею, но верхняя сторона его нередко выступает и становится зеленою. Оно никогда не поднимается в воздух вертикально, но конечная почка его выпускает побег, который несет на себе листья и цветы. Оно вздуто и наполнено пищевым материалом подобно картофелю, но не отделяется, как клубни последнего. В сущности, это

— главный стебель растения; он обладает способностью образовать боковые ветви такого же строения, а эти последние отделяясь, так или иначе, от главной, дают начало новому растению.

Третья форма органа вегетативного размножения — луковица. Луковицы представляют собою очень крупные почки; относительно небольшой конический стебель их покрыт большим числом чешуевидных листьев, из которых внутренние очень сочны и содержат питательный материал, главным образом, сахар, для молодого растения, в которое разовьется нарастающая верхушка. Наружные листья остаются сухими пленками или чешуйками и только служат защитой сочной внутренности луковицы. Примером может служить обыкновенный лук.

Корни, видоизмененные для целей размножения, имеются у георгины. Они вздуваются и накапливают в себе пищу на подобие клубня, но не развивают почек. Они отдают свое содержимое побегу, выпущенному частью стебля первоначального растения.

Вегетативное размножение растений нередко практикуют садоводы при помощи отводков. Если отрезать от материнского стебля кусок молодого стебля с несколькими листьями и почками и посадить его, то он нередко развивает корни на поверхности среза и вырастает в новое растение. Некоторые растения естественно размножаются таким способом: любая отделившаяся поврежденная часть, упав на влажную почву, может выпустить придаточные корни, и так получится новое растение. И действительно, растения часто пользуются способностью выпускать придаточные корни. Другими примерами могут слу-

жить отростки земляники, подземные побеги малины, отпрыски крыжовника и других растений.

Плеть есть боковая ветвь, растущая вдоль поверхности почвы и выпускающая в своих узлах добавочные корни. У малины каждая плеть обычно имеет два узла — один на конце, а другой на половине своей длины. Таким образом, каждая плеть дает начало двум новым растениям, — когда последнее укрепляются, то междуузлия, связывающие их с материнским растением, отмирают.

Отпрыск — почти то же, что плеть; возникая в виде боковой ветви над землею, он загибается вниз и по достижении почвы выпускает добавочные корни и отделяется от материнского растения. Подземный побег отходит от подземной части стебля, некоторое время растет в горизонтальном направлении, а в конце концов заворачивает вверх и выходит наружу, отделяясь совсем, как и в других случаях.

Все это чисто вегетативные способы, не требующие выработки каких бы то ни было особых воспроизвольных клеток.

ГЛАВА XV.

Цветорасположение и цветок.

Продолживая развитие воспроизводительных клеток у растений, начиная от морских водорослей, мы нашли, что две специальные формы их приобрели постоянный характер: яйца и сперматозоиды, с одной стороны, и споры — с другой. Мы узнали также, что эта растительная форма, которая вырабатывает споры, приобрела внушительный вид растения с корнями,

стеблями и листьями; те же, которые дают начало яйцам и сперматозоидам, сокращались в размерах, пока не утратили самостоятельного, независимого от спор, существования.

Сперва мы изучим процессы размножения у формы, которая производит споры — так называемую спорофитную фазу жизненной истории растения.

Мы уже указывали, что у цветовых растений образуется два рода спор. Малые споры походят на споры мхов и папоротников; это — мелкие клетки с толстыми стенками, обычно имеющие шарообразную форму. Они освобождаются из спорангииев, в которых развивались, и после этого прорастают. Большие споры образуются по одной в каждом спорангии и никогда не выходят из него. Спорангий представляет собою массивное образование, и потому большой споре нет надобности развивать толстую стенку, какую мы находим на малой споре.

Теперь посмотрим, где образуются эти споры, и что с ними происходит.

У большинства папоротников, как мы видели, спорангии встречаются кучками в определенных местах обычных листьев. Но у некоторых они встречаются на крайне обособленных выростах, обычно принимаемых за видоизмененные листья. У цветкового растения спорангии обычно собираются на конце особых побегов, называемых цветками. Для их выработки образовалась особая система ветвления. Она может состоять из множества веточек и быть очень сложной; тогда ее обычно рассматривают отдельно под именем цветорасположения или соцветия. Конечные веточки ее

называют цветками, а листья, в пазухах которых они находятся, называют прицветниками.

Весьма обыкновенна такая форма цветорасположения, при которой главная ось продолжает увеличиваться в длину и по мере роста приносит все новые цветки, так что самый молодой цветок находится у верхушки ветки. Это соответствует неопределенному способу ветвления стебля; получается соцветие, называемое кистью. Существует много видоизменений его; если цветки не имеют черешков или ножек, оно называется колосом; если они находятся на одном уровне благодаря тому, что старые цветоножки выросли длиннее молодых, получается щиток; если ось соцветия так коротка, что все цветки кажутся исходящими из одной точки, получается зонтик (рис. 44); если ось сама разветвлена, получается метелка.

Коренным образом отлична та форма, в которой главный черешок сразу оканчивается цветком, а другие черешки или ножки вырастают из-под него, также неся каждый по цветку; здесь мы получаем то, что называется цимозным цветорасположением или соцветием. Оно соответствует «определенному» способу ветвления стебля или ветки. И здесь наблюдаются самые разнообразные виды соцветий.

Надо особо отметить такое видоизменение кисти, в котором верхушка не удлинена, но расширена в плоское ложе, на котором множество мелких цветочков расположено таким образом, что самые молодые находятся в центре, старейшие же по окружности. Это — так называемая корзинка; она обыкновенно бывает окружена множеством прицветников, образующих, так называемую, обертку.

В самой первобытной форме своей цветок состоял, по всей вероятности, из оси, на которой сидели листья, несущие спорангии, притом одного только рода. Во многих случаях (вероятно, позднего происхождения) на этой оси сидят два спорангиальных ряда выростов, по одному для выработки каждого



Рис. 44. Зонтичное соцветие плюща. (По Маршаллю Уорду).

рода спор; эта система постепенно стала широко распространенной, при чем большие споры развивались в ряду, ближайшем к верхушке, а малые — в нижнем ряду. Так как каждый ряд располагался кругом около оси, и все его части возникали в одном узле, то ряды получили название мутовок.

У более совершенных форм цветка, развившихся с течением времени (рис. 45), мы находим, кроме

этих двух мутовок спороносных листьев, две другие мутовки, растущие пониже. Эти две мутовки составляют околоцветник цветка. Листок еще пониже, в пазухе которого возникает цветок, носит название прицветника.

Околоцветник цветка состоит, таким образом, из двух рядов или мутовок листьев. Наружные имеют зеленый цвет и нередко плотную ткань и защищают молодой цветок, пока он находится в состоянии почки. Их называют чашелистиками, а совокупность их образует чашечку. Внутренняя мутовка обычно состоится из ярко окрашенных листьев, делающих цветок заметным. Они называются лепестками, а совокупность их — венчиком. Листья чашечки или венчика нередко оказываются срошенными отчасти или по всей длине.

Мутовки, несущие спорангии, отличают от прочих названием спорофиллов и считают их видоизмененными листьями. Наружная мутовка состоит из тел, совершенно непохожих внешним видом на листья. Каждое представляет собою тонкий черешок, или нить, несущую на конце вздутую головку, или пыльник. Весь этот орган называют тычинкой. Каждый пыльник заключает в себе группу из четырех камер, т.-е. спорангииев, внутри которых находятся микроспоры. Их называют также пыльцевыми мешочками, заключающими в себе зерна пыльцы. Это — старинные названия, прилагавшиеся к



Рис. 45. Вертикальный разрез цветка бердянца.

рассматриваемым образованиям до того, как был разгадан их истинный смысл; для удобства ими пользуются до сих пор.

Подобно чашелистикам и лепесткам, тычинки также могут срастаться на разные лады, а могут быть и свободными. Они могут отходить прямо от цветоножки, либо же от чашечки, или венчика — в зависимости от любопытных неправильностей в росте частей цветка.

Спорофиллы последней мутовки называются плодолистиками и вместе образуют пестик. Формой плодолистики напоминают лист, перегнутый по средней линии и сложенный краями так, что внутри образуется полость. Эта полость называется яичником или завязью. Всего чаще плодолистики срастаются краями, образуя один большой яичник, нередко разделенный на ряд камер. Спорангии находятся внутри яичника, обыкновенно прикрепляясь к краям плодолистиков. Раньше их называли яичками, и этим названием нередко пользуются и в настоящее время (рис. 46). Яичко, мегаспорангий или семяпочка, как его чаще называют, представляет собой весьма важное образование. Так как спора никогда не оставляет его, но порождает свой заросток внутри себя, и так как молодое эмбриональное растение развивается на заростке внутри споры, то из этого видно, какую важную роль играет яичко. Оно состоит из массы мелких клеток, называемой ядром, и покрыто двумя оболочками или покровами, состоящими из нескольких слоев. У верхнего конца покровы не закрывают его, но оставляют маленькое отверстие, *семя вход*, или *микропиле*. Каждое яичко содержит

жит в себе одну тонкостенную спору, часто занимающую внутри очень значительное пространство. Ее нередко называют зародышевым мешочком, в виду того, что зародыш развивается внутри ее.

Яичник представляет лишь основание пестика или плодолистика. Верхняя часть его оканчивается клейкой верхушкой, так называемым рыльцем. Рыльце обыкновенно помещается на конце удлиненной части пестика, как бы отходящей от вершины яичника, — это столбик.

Пестик всегда представляет собой конечную мутовку цветка. Но некоторые цветы, благодаря своеобразному способу роста оси, которая становится вогнутой и окружает, а иногда и закрывает собою плодолистики, несут свои тычинки и околоцветник выше яичника; последний тогда называют нижним (нижняя завязь).

Многие цветы снабжены не всеми из этих частей. Часто бывает, что венчик совсем не развивается, и в таких случаях не в редкость встретить ярко окрашенную, а не зеленую чашечку. У многих однодольных и чашечка, и венчик окрашены до того одинаково, что между ними трудно провести различие.

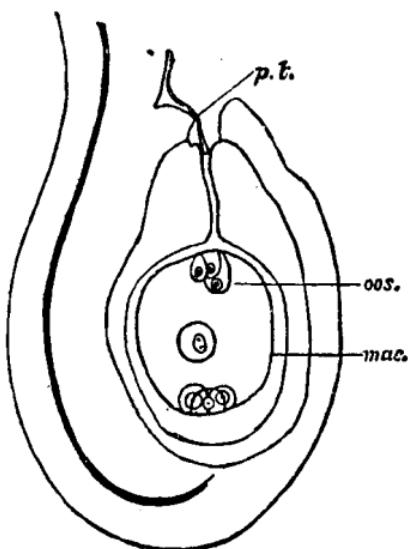


Рис. 46. Разрез яичника. *mac.* — макроспора или зародышевый мешочек; *oos.* — яйцо; *p.t.* — пыльцевая трубка.

Цветы многих лесных деревьев наших широт вовсе не имеют околоцветника, а на цветах других встречается только один ряд спорофиллов. Цветы только с одними тычинками называются мужскими цветами, а цветы с одними плодолистиками называются пестичными или женскими. Такие цветы обыкновенно бывают мелки и невзрачны.

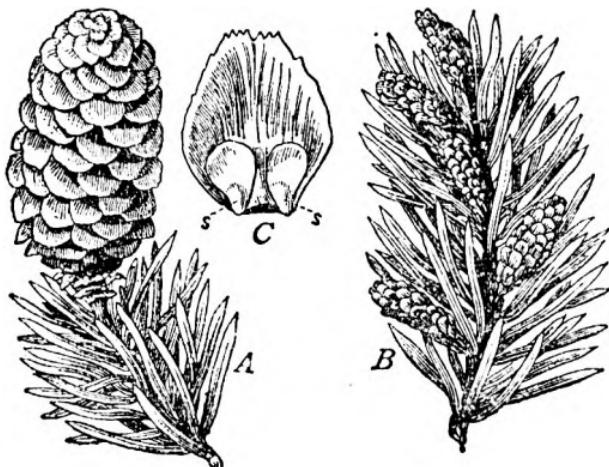


Рис. 47. А — ветка хвойного дерева с молодой женской шишкой; В — ветка с несколькими мужскими шишками; С — овальная чешуя из А с двумя яичками на нижней поверхности. (По Скотту).

Совсем иной тип цветов встречается в группе, так называемых, голосемянных растений, представленной у нас хвойными и их родичами. У большинства их спорофиллы расположены густой спиралью вокруг оси, образуя так называемые шишечки. На ели два рода таких шишечек (рис. 47), несущих по одной категории спор. Меньшие шишечки состоят из большого числа маленьких листьев, спирально расположенных вокруг оси цветка и очень плотно перекрывающих друг друга. На нижней стороне каждого листа

или спорофилла имеются два спорангия или пыльцевых мешка, содержащих в себе по большому числу микроспор, или пыльцевых зерен. Большие конусы развиваются в связи с выработкой макроспор. Общее расположение этих шишек сходно с расположением малых шишек. Имеется центральная ось, вокруг которой расположены листья или спорофиллы. Каждый спорофилл на своей внутренней (верхней) поверхности имеет приплюснутый вырост, который в некоторых случаях становится больше самого спорофилла. На верхней стороне его эта, так называемая, семенная чешуйка несет два спорангия или яичка. Спорофилл не смыкается для образования яичника: отсюда название группы — голосемянные. У каждого яичка структура приблизительно в роде описанной выше, но имеется только один покров, и семясход крупнее размерами.

ГЛАВА XVI.

Опыление и механизм его. — Оплодотворение.

Разделение спор и сокращение той фазы растения, в которой оно развивает яйца или сперматозоиды, сделало невозможным оплодотворение при помощи свободно плавающей спермы. Для того чтобы оно могло совершиться, необходимо было, чтобы споры, производящие одна — яйца, а другая — сперматозоиды, пришли в тесное соприкосновение, чтобы их зачаточные заростки по своему прорастанию имели возможность встретиться, и сперма могла достигнуть яйца. Это было достигнуто переносом пыльцевого зерна — микроспоры или малой споры — в ту часть растения, которая несет на себе макроспору или за-

родышевый мешок. Этот перенос пыльцы называют опылением. У вполне развитых цветков двудольных и однодольных растений пыльцевые зерна попадают на рыльце пестика, — в шишках голосемянных они достигают самого яичка или макроспорангия. Задача оплодотворения представляет много любопытных черт, о которых мы скажем несколько слов.

Так как каждый законченный цветок вырабатывает оба разряда спор, то, на первый взгляд, казалось бы, что вся суть в том, чтобы пыльца данного цветка могла попасть на рыльце его пестика. Во многих случаях так это и бывает; но как этот прием ни прост, он встречается чаще в виде исключения, чем как правило, ибо когда пыльца одного цветка попадает на рыльце другого, то в результате получаются гораздо более сильные и здоровые растения. Первый более простой процесс называют самоопылением; по всей вероятности, он и был первобытным процессом, но с течением времени постепенно заменился вторым, так называемым, перекрестным опылением.

Необходимость опыления и преимущества перекрестного оплодотворения побудили цветы выработать разнообразные механизмы, облегчающие опыление. В этой области с особенной яркостью выступают затруднения, создаваемые прикрепленностью растений к одному месту. Микроспоры не обладают подвижностью и на рыльце могут попасть только с помощью внешнего деятеля, совершенно независимого от растения. Поэтому, рассматриваемая задача требует едва ли не больше видоизменений или приспособлений строения, чем какая-либо другая.

Вначале перенос пыльцы должен был совершаться действием физических сил природы — воды для водяных растений, ветра для наземных. В обоих этих случаях шансы освобожденной пыльцы на проникновение в пестик весьма незначительны. Поэтому, пыльца у таких цветов всегда вырабатывается в больших количествах. Воздушный перенос, далее, облегчается выработкой очень легких, сухих, относительно гладких пыльцевых зерен, в некоторых случаях ему способствуют механические изменения стеники, раздутие ее в пузырь и т. п. Рыльца растений, оплодотворяемых таким путем, часто оказываются сильно разделенными, у злаков даже совершенно перистыми; цель этого увеличения поверхности — наилучшее уловление пыльцы. Поверхность рыльца нередко бывает покрыта бархатистой щеточкой коротких волосков и обыкновенно выделяет липкий сахаристый секрет — для достижения все той же цели.

Так называемое анемофильное опыление (опыление при помощи ветра) ненадежно и убыточно; во многих случаях опыление происходит при участии насекомых. В виду этой цели у цветов оказываются развитыми окраска, аромат и другие привлекательные для насекомых свойства. Окраска и аромат делают цветок заметным и привлекают посетителей из числа насекомых. Последние ищут, разумеется, более существенных выгод, видя в растениях склады запасов питательных веществ, необходимых насекомым. Собирая с цветов пыльцу и мед, насекомые невольно оказывают цветам услугу, перенося пыльцу с тычинок одного цветка на пестик другого. Этот столь широко распространенный порядок устанавливается,

вероятно, с большой постепенностью и самыми разнобразными путями. Равличные насекомые посещают различные цветы, и влияние данного посетителя из группы насекомых обясняет характер изменения, испытанного данным цветком. Эти изменения отличаются почти бесконечным разнообразием, и мы можем коснуться их лишь в самых общих чертах.

Древнейшие, и притом самые легкие, изменения были связаны со сделанным каким-нибудь низшим насекомым открытием, что цветочная пыльца представляет собою питательный материал. Цветок был широко раскрыт, листья околоцветника симметрически располагались вокруг оси под тычинками, последние раскрывались и роняли пыльцу. Легкое изменение окраски, вероятно, из зеленої в желтую или белую, сделало цветы достаточно заметными, и так начались посещения насекомых.

Позднее в цветах развилась еще и другая приманка — запас меда. Образование его повело к такому бесконечному множеству видоизменений, что обсуждать их в подробностях не представляется возможным. Достаточно будет сказать, что выработка меда обусловила появление сумкообразных тел, башмаков или шпор в медоприемнике или в листьях околоцветника. А это повлекло за собой неправильность формы чашечки или венчика. На отдельных чашелистиках или лепестках появились отметины, направлявшие внимание насекомого, обыкновенно осы или пчелы, на тайник, хранивший мед. Мед же прятался таким образом, что для достижения его посетитель цветка должен был прикоснуться какой либо частью своего тела к тычинкам, а при посеще-

нии другого цветка — тою же частью касался рыльца. К таким же результатам приводило влияние окраски и аромата, и весь приманочный механизм каждого цветка находился в известном соотношении с привычками определенного насекомого.

У современных цветов эти механизмы достигли еще большего совершенства. Так как перекрестное опыление выгоднее самоопыления, то для достижения его цветок приспособляется к какому-нибудь насекомому; но самоопыление все же лучше, чем ничего; и потому, на случай неудачи опыления при помощи насекомого, рыльце каким-нибудь способом приводится в соприкосновение с тычинками того же цветка.

Видимая легкость, с которой почти в каждом цветке достигается самоопыление, повела во многих случаях к особым приспособлениям для обеспечивания выгод скрещивания. А именно, тычинки и пестики цветка созревают в различное время, так что самоопыление не может дать результатов. Такое состояние цветка называют дигогамией; цветы, у которых тычинки созревают раньше пестиков, называют протандрическими, а те, у которых пестики созревают раньше тычинок, — протогиничными.

Ясно, что перекрестное опыление — единственный возможный способ оплодотворения у тех растений, где тычинки развиваются на одних, а пестики на других цветках.

Женские шишки хвойных деревьев опыляются при помощи ветра. Когда шишка созревает, листья ее слегка раздвигаются друг от друга, так что зерна пыльцы, переносимые ветром в больших количествах, могут проникать внутрь шишки к основаниям че-

шук, на которых расположены яички. Здесь не имеется рыльца, и яички обнажены; поэтому пыльцевое зерно падает на семяход яичка, по которому оно попадает в маленькое пространство над телом самого ядра яичка и внутрь его покрова. Эта маленькая полость называется пыльцевой камерой.

Во всех случаях эти механизмы приводят обе споры в очень близкое соседство. У голосемянных они разделены только веществом верхней части ядра яичка, спора или зародышевой мешок которого лежит почти у верхнего конца. У других цветковых растений обе споры, пыльцевое зерно и зародышевый мешок, отделяются длиною столбика, камерой яичника и верхней частью яичка.

Следующую стадию в жизненной истории растения составляет прорастание этих двух спор. Мы уже видели, что почти единственным результатом прорастания бывает образование воспроизводительных клеток, так как вегетативные части заростков необычайно малы по размерам. У голосемянного макроспора зародышевый мешок наполняется клеточным заростком — эндоспермом, на верхнем конце которого появляется несколько архегониев, каждый с яйцом. Пильцевое зерно или микроспора выпускает трубочку, которая пробуравливает вещество верхней части яичка, пока не достигнет зародышевого мешка и не войдет в соприкосновение с его стенкой. По мере роста она производит внутри его пару семянных телец; последние в большинстве случаев представляют собой просто кусочки протоплазмы с клеточным ядром, хотя порою бывают снабжены ленточной ресничек. Когда трубка достигнет зародышевого

мешка, стенки в месте соприкосновения распадаются, семяянные тельца выходят, и каждое из них может спиться с яйцом в одном из архегониев.

У покрытосемянных растений процесс сходен с вышеописанным, но есть и характерные отличия. Трубчатый вырост пыльцевого зерна — пыльцевая трубка — проникает в столбик, достигает полости яичника и проникает в семяход яичка (рис. 46). С течением времени оно развивает две семяклетки, совершенно свободных от ресничек или какого бы то ни было двигательного органа. Тем временем зародышевый мешок развивает свой заросток, состоящий из группы клеток на каждом конце и большого клеточного ядра в центре. Одна из клеток у верхушечного конца представляет собой яйцо. Происходит слияние стенок пыльцевой трубки и зародышевого мешка, и обе семяклетки входят в макроспору. Одна сливаются с яйцом, а другая — с большим ядром в центре мешка.

Эти слияния составляют то, что называют оплодотворением.

ГЛАВА XVII.

Образование семени и его скитания. — Плод.

После очень короткого промежутка начинается дальнейшее развитие. Во всех случаях яйцо одевается клеточной стенкой и происходит ряд сложных делений, которых мы не имеем возможности рассмотреть в деталях. Во всех случаях они ведут к образованию зародыша или молодого спорофита, остающегося в зародышевом мешке. У голосемянных он с самого начала бывает окружен заростковой

тканью; у покрытосемянных развитие его сопровождается образованием из оплодотворенного ядра зародышевого мешка сходной массы клеток, также называемой эндоспермом. Эти перемены сопровождаются значительным ростом яичка. Покровы его не только увеличиваются в размерах, но и изменяются химически, обыкновенно становясь сухими и жесткими. Зародышевый мешок обыкновенно растет за счет вещества яичка, пока не поглотит его до конца, за исключением покровов. В некоторых случаях, как, напр., у боба, молодой эмбрион поглощает содержимое клеток эндосперма и, таким образом, наполняет зародышевый мешок. В других случаях, как в семени клещевины, значительная часть эндосперма остается непизрасходованной; наконец, бывает и так, что часть яичка избегает поглощения нарастающим зародышевым мешком. Во всех случаях вскоре наступает момент, когда рост и развитие всех этих частей останавливаются, и новое образование, теперь ставшее семенем, вступает в более или менее продолжительный период полного покоя. Только в течение этого периода и возможно переселение вида благодаря тому, что семя различными способами удаляется от материнского растения.

Мы в самом начале обратили внимание читателя на то, что жизнь каждого отдельного растения должна проходить безусловно на одном месте — на том, где оно вкоренилось в землю. Мы указывали, насколько это обстоятельство невыгодно для растения, и какой бесконечный ряд затруднений оно для него создает. Последнее из затруднений сопряжено с размножением вида. Как могут молодые растения благоденствовать

или даже выживать, когда их родители прикреплены к одному месту? Эта задача разрешена теми приспособлениями, которые имеют в виду широкое распространение воспроизводительных тел, главным образом, семян. То обстоятельство, что большинство растений производит по многу семян, и что каждое семя, после периода покоя, дает новое растение, делает безусловно необходимой наличие средств для распространения семян, — иначе задача сохранения вида не могла бы быть решена. Рассмотрим ближе этот вопрос и познакомимся с некоторыми новыми образованиями, непосредственно связанными с ним.

Переселение семян происходит бесчисленным множеством способов, и у каждого вида имеется свой механизм. В большинстве случаев оно бывает связано с развитием нового образования, плода.

В то время, как происходит изменение, благодаря которому яичко превращается в семя, раздражение роста, сообщенное яйцу актом оплодотворения, передается также частям, находящимся в его соседстве. Мы видели, что зародышевый мешок увеличивается, и покровы яичка развиваются в кожуру семени. Яичник также начинает развиваться и увеличиваться, нередко до чудовищных размеров, благодаря сильному размножению сочных клеток. Когда он достигнет своих полных размеров, природа клеток и их содержимого изменяется. В некоторых случаях они становятся жесткими и сухими, в других — сочными и наполненными сахаром и различными вкусовыми веществами. Изменения последнего рода и составляют процесс, так называемого, созревания. Увеличенная сухая или сочная стенка теперь по-

лучает название пери карпа или околоплодника и вместе с заключенными в ней семенами составляет плод. Последний представляет собой стенку яичника, сильно измененную и развитую процессами роста, вызванными оплодотворением. Таким образом, плод есть механизм, преимущественно связанный с задачей распространения семян; он играет также важную защитную роль при созревании семян, хотя главное его назначение не в этом.

У некоторых растений возобновившийся процесс развития не ограничивается яичником или пестиком. В него вовлекаются другие части цветка, обычно ось, или цветоложе, как у яблока, клубники и т. д. В некоторых случаях листья околоцветника также становятся сочными.

В иных случаях развитие одновременно захватывает все цветки тесно скученного соцветия. Все они становятся сочными и сливаются вместе, образуя как бы один плод, как, напр., ананас и винная ягода. Таким образом, развитие и сформирование плода бывает порою необычайно сложным. Целью его является распространение семян по возможно большей площади земной поверхности.

Линия развития плода вначале почти во всех случаях одна и та же. Части, в конце концов, образующие его, растут, и новый материал вначале бывает сочным, состоя из обычных тонкостенных клеток. По достижении плодом полных размеров эта сочная ткань изменяется, приобретая черты зрелого плода. При этом можно отметить два главных направления — в первом мясистость становится ярче выраженной, клетки более сочными, и их содержимое измененным

благодаря отложению сахара, развитию особого вкуса и аромата или других, менее привлекательных химических черт. Получается разряд плодов, обращающих на себя внимание животного мира и имеющих, повидимому, одну цель — быть съеденными. Семена, развивающиеся внутри таких плодов, обыкновенно бывают снабжены жесткой кожурой или оболочкой во избежание вреда при прохождении через тело животного. Таким образом, жесткие и сочные части идут рука об руку, хотя их мягкие и твердые элементы не во всех случаях имеют одинаковое происхождение.

Во втором направлении развития мы находим наклонность к сплошной жесткости и сухости плода. Иногда плод становится деревянистым, но чаще сухим и бумагообразным или же напоминающим своими общими свойствами пробку. Этот тип плода сочетается с другими способами распространения: нередко он бывает снабжен своеобразным взрывным механизмом, так что разрыв его стенок сопровождается разбрасыванием семян на некоторое расстояние. Часто он бывает снабжен крючками, которыми он может прицепиться к проходящему животному, или лопастями, в роде крыльев, дающими ему возможность держаться в воздухе и пользоваться силой воздушных течений.

В иных случаях самые семена бывают снабжены такого рода механизмами, и нередко бывает даже трудно провести различие между мелким плодом и семенем, снабженным таким приспособлением. В подобных случаях семя всегда отделяется от плода перед тем, как рассеяться в пространстве.

Для классификации плодов принятые различные способы, и выработана довольно громоздкая номенклатура, не представляющая, впрочем, особой важности. Главное здесь — нужды растения, и гораздо важнее знать, как удовлетворяются его потребности, чем знать специальные названия его разновидностей. Принято, однако, считать истинным плодом только такой, который развивается из пестика или пестиков цветка. Плод, в состав которого входит другая часть цветка, обыкновенно часть цветоложа, называют ложным плодом, или псевдокарпом. Это различие во многих случаях трудно провести, и, с нашей точки зрения, оно несущественно. Такие же плоды, как ананас и винная ягода, происходящие от целых соцветий, а не от отдельных цветков, называют сложными плодами или соплодиями.

Среди сочных плодов наиболее выдается ягода, существующая во множестве разновидностей. Простейшую форму ее представляет виноград, а примером разновидностей ее можно привести крыжовник и апельсин. Твердыми частями этого механизма являются стенки семян, заключающихся в ягодах. Другой вид сочного плода — это костянка, в которой средний слой плодовой стенки становится мясистым, а внутренний становится твердым, образуя косточку. Собрание очень мелких костянок на сухом цветоложе встречается у малины и ежевики.

Сочные плоды, захватывающие цветочную ось, встречаются в двух заметных формах. У клубники очень сочная выпуклая ось, на которой плоды сидят в виде мелких, твердых тел, содержащих, однако, в себе семена; у яблони и ее родичей сочная

ось стала ~~вогнутой~~, обросла вокруг плодолистиков и заключила их в себе. Такой плод называют яблонкой. Ткань плодолистиков хрящевата, а у некоторых форм костистая, как, напр., у боярышника.

Еще большее разнообразие представляют сухие плоды. В некоторых случаях они состоят из одного плодолистика, во множестве образуясь на одном цветке, как, напр., у лютика. Пестик может оставаться постоянно закрытым, и тогда семя освобождается лишь по разрушении его, или же может открываться вдоль своего переднего, а иногда и заднего края. В последнем случае внутри его обыкновенно оказывается много семян; в других случаях пестики соединяются на цветке во время своего развития. При поперечном разрезе в таком плоднике сбоку обычно оказывается столько полостей, сколько срослось пестиков. Иногда стенки последних не встречаются в центре, и получается одна общая полость. Семена почти всегда прикрепляются к выросту края плодолистика, составляющему плаценту или семяносцу. Число срастающихся пестиков и способы их соединения чрезвычайно разнообразны. Такого рода плоды называют коробочками. Разновидность коробочки представляет собой и плод желтофиоли и ее родичей. Два плодолистика соединяются вместе краями, и по линии их соединения, где виднеется плацента, поперек камеры образуется перепонка.

Кроме сухих плодов, открывающихся и выпускающих семена, и тех, в которых они остаются постоянно, есть еще другая форма, состоящая из нескольких соединенных плодолистиков, отделяющихся друг от друга по созревании, но сохраняющих каждый

свое семя. Эти плоды называют дробными, или схизокарпами.

Видоизменение многоплодникового плода представляет собой орех. Его составляют 2—3 пестика, и в молодом плоде насчитывается столько же камер. Но во время развития все или почти все перегородки высыхают и исчезают, так что в зрелом плоде остается только одна полость, а в ней редко более одного семени. Орехи имеют очень твердую деревянистую стенку. Все эти видоизменения устройства являются приспособлениями к способу распространения данного растения, и должны быть изучаемы, главным образом, с этой точки зрения.

Мелкие плоды и семена развеиваются ветром или уносятся птицами. Некоторые бывают снабжены летательными придатками, позволяющими им оставаться в воздухе довольно долгое время. В некоторых случаях оболочка плода иногда с силой лопается, и семена разбрасываются на порядочное расстояние. Мелкие плоды или семена часто бывают уносимы на большие расстояния вместе с грязью, приставшей к ногам птиц и других животных. Более крупные плоды прикрепляются к странствующим животным помошью особых крючков или прицепок. Многие плоды, снабженные специальными приспособлениями, могут проплывать большие расстояния в воде. Словом, способы распространения семян так: многочисленны и нередко так многосложны, что мы можем лишь вкратце указать на них. Но эти механизмы легко поддаются изучению, и первое встречное растение может представить любопытный в этом отношении пример.

Оглавление.

	<i>Стр.</i>
Г л а в а I. Введение	5
Г л а в а II. Развитие молодого растения. — Прорастание двудольного семени	20
Г л а в а III. Образование корневой системы	26
Г л а в а IV. Строение корня	35
Г л а в а V. Характерные черты стебля	49
Г л а в а VI. Строение стеблевой системы	58
Г л а в а VII. Строение стебля	73
Г л а в а VIII. Однодольное растение	89
Г л а в а IX. Пища растений	93
Г л а в а X. Дыхание растений	99
Г л а в а XI. Эволюция растительных форм. — Водоросли	102
Г л а в а XII. Развитие процессов размножения у водорослей	109
Г л а в а XIII. Происхождение наземных растений. — Эволюция мхов и папоротников . . .	114
Г л а в а XIV. Размножение цветковых растений. — Вегетативное размножение	126
Г л а в а XV. Цветорасположение и цветок	129
Г л а в а XVI. Опыление и механизм его. — Оплодотворение	137
Г л а в а XVII. Образование семени и его скитания. — Плод	143