

23.5

Т 35

Т-1507401

М И Р
З Н А Н И Й

Э.С. ТЕРЕХИН

Р.М. ФЕДОРОВ

Жизнь цветка



Э. С. ТЕРЕХИН, Р. М. ФЕДОРОВ

ЖИЗНЬ ЦВЕТКА

Пособие для учащихся

T-1507401

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1975

ВОЛОГОДСКАЯ
областная библиотека
им. И. В. Бабушкина

28.5

58 28.5 972

T35

Т35 Терехин Э. С. и Федоров Р. М.
Жизнь цветка. Пособие для учащихся ст. кл. М.,
«Просвещение», 1975.
127 с. с ил., 2 л. ил. (Мир знаний).

Книга открывает скрытые от наблюдения простым глазом увлекательные стороны эмбриональной жизни цветковых растений.

Одни страницы книги повествуют о том, как в недрах цветка зарождается новая жизнь. Из других читатель узнает о том, кто «мать» и кто «отец» молодому растению. А третьи расскажут, к какому поколению можно отнести это растение — дочернему или может быть ... внучатому.

Цветковых растений около 300 000 и у каждого свои секреты, свои тайны, часть из которых поможет раскрыть эта книга.

Т $\frac{60691-216}{103(03) - 75}$ 216-75

58

© Издательство «Просвещение», 1975 г.

ВЕЧНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИЗНИ

Зеленые растения — одни из древнейших живых организмов на Земле. И они же — главное, в сущности, звено в вечном движении жизни. Весь животный мир — все великое множество насекомых, рыб, млекопитающих и прочих его водных и наземных представителей — в конечном итоге является нахлебником зеленых растений. И не только нахлебником. Растения создали саму нынешнюю атмосферу, — атмосферу, которая богата кислородом и в которой только и могут существовать земные животные.

«...Космическое значение растения, — писал советский ботаник академик В. Л. Комаров, — состоит прежде всего в том, что оно поглощает солнечные лучи... создает на земле мощные запасы солнечной энергии, обогащает атмосферу кислородом и образует запасы пищи, обеспечивающие питание животных и человека» (М.—Л., 1948, стр. 10).

На раннем этапе развития жизни атмосфера Земли была бедна кислородом и более богата, чем сейчас, углекислым газом. Обилие углекислого газа — основной пищи растений — способствовало развитию пышной растительности. В каменноугольный, например, период жили исполинские древовидные плауны, которые достигали 30-метровой высоты, а могучие хвощи поднимались 10-метровой стеной. Теперешние хвощи и плауны в сравнении с ними все равно что кустик брусники в сравнении с дубом! Интенсивно поглощая углекислый газ, растения одновременно выделяли кислород, обогащая им атмосферу и «подготавливая»

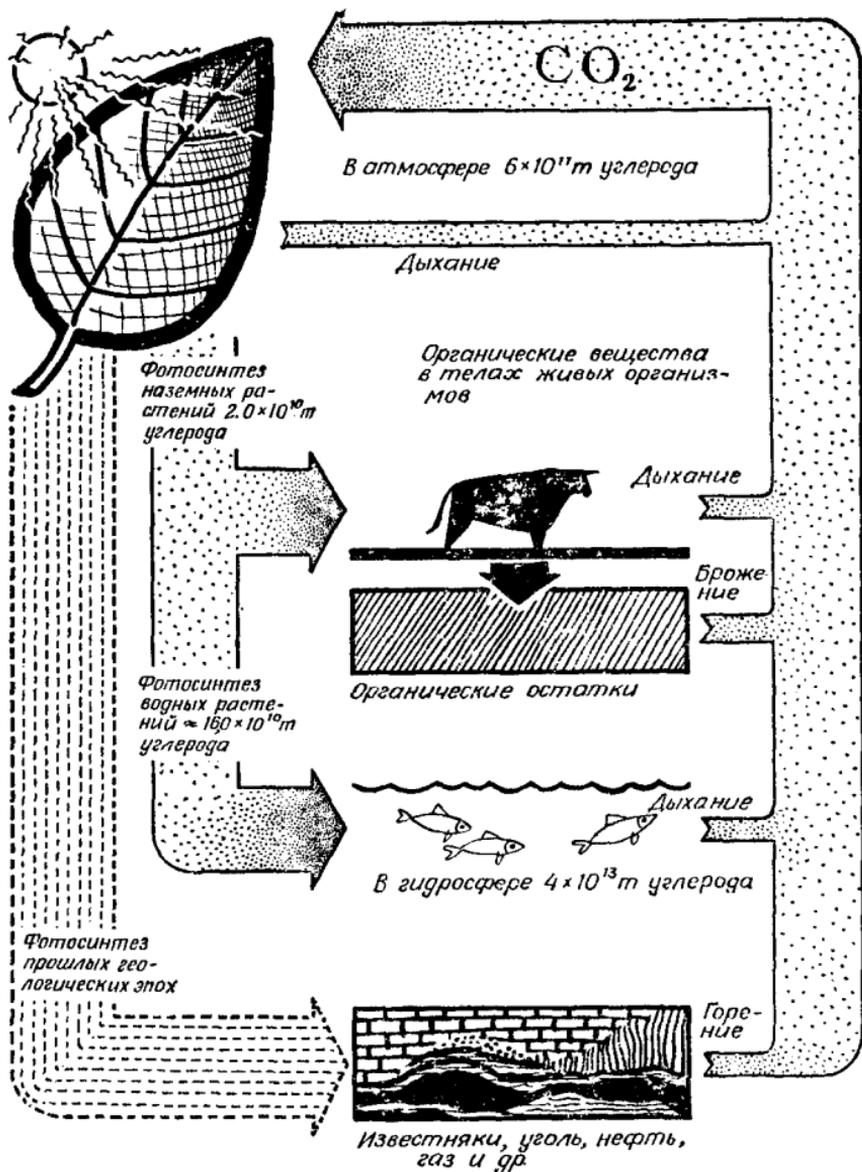


Рис. 1. Зеленые растения — своего рода «насосы», которые поддерживают кругооборот углерода на нашей планете.

условия для жизни животных и человека. Поэтому смело можно сказать, что зеленые растения создавали и перекраивали облик Земли.

Быть может, иные загадочные пока повороты в развитии жизни на Земле, например почти внезапная гибель гигантских ящеров и начавшийся расцвет млекопитающих животных или также достаточно резкая смена эр

папоротников эрой господствующих ныне цветковых растений, прямо или косвенно связаны именно с изменением химического состава атмосферы? Здесь есть еще над чем подумать будущим исследователям.

Не менее важна и названная В. Л. Комаровым на первом месте роль растений в создании на Земле мощных запасов солнечной энергии. Человек поднялся над природой тогда, когда овладел огнем. Но свет и тепло костра были не чем иным, как связанной некогда растением энергией Солнца. «Век пара», с которого начался могучий технический прогресс человечества, был в той же мере и веком каменного угля, горевшего в топках паровых котлов. Но каменный уголь — это опять-таки энергия Солнца, запасенная древними растениями. Сегодня главное топливо человечества — нефть. Но и она, если верить гипотезе органического ее происхождения, обязана своим существованием зеленому растению.

Впрочем, ныне человечество открыло доступ к энергии атомного ядра — энергии, независимой от Солнца и получаемой без посредничества зеленых растений. Но по-прежнему только зеленые растения могут синтезировать — с помощью солнечной энергии — органическое вещество из неорганического. И, значит, по-прежнему зеленые растения остаются единственными, в конечном итоге, нашими кормильцами.

Любопытно, что зеленые растения являются кормильцами не только человека и животных. В самом растительном царстве в процессе эволюции возникло немало количество форм, утративших способность к самостоятельному образованию органического вещества из неорганического и живущих за счет своих зеленых сородичей. Таковы, например, грибы — растения-сапрофиты, питающиеся продуктами распада растений или животных. Таковы и многие виды растений-паразитов из разных групп растительного царства — от водорослей до покрытосеменных. Паразиты присасываются к живым зеленым растениям и питаются созданным ими органическим веществом. Не менее любопытно и существование растений-хищников, которые, не потеряв способности к фотосинтезу, в условиях обедненного субстрата приспособились восполнять недостаток усвояемого азота за счет мелких животных, преимущественно насекомых, захватывая их различными хитроумными ловушками. В прямолинейно-четкую схему

органического мира, в которой растения, казалось бы, предназначены лишь для того, чтобы обеспечить пищей животных, эволюция внесла, таким образом, дополнительные штрихи.

Сказанного выше о космической роли растений вполне достаточно, чтобы с уважением и восхищением отнести к зеленому листу — этой во многом еще не изученной «фабрике», создающей органическое вещество и запаасающей впрок солнечную энергию, которая, усваиваясь организмом из пищи, преобразуется в наши движения и наши мысли. Образно говоря, мы — дети Солнца.

Но, называя растения фабрикой, нельзя видеть в них нечто неодушевленное, нельзя ни в коей мере усматривать в них пекую безликую массу, разделяемую лишь по принципу, что все зеленое ниже нас ростом — трава, а выше нас — деревья. Нужно твердо усвоить, что растения — живые, что они очень разные, каждое из них по-своему требовательно и жизнь их порой не менее сложна, чем жизнь животных.

Человек давно перестал быть лишь неприхотливым потребителем того, что в первозданном виде дает природа.

Он вводит в культуру растения и не только возделывает их, а создает новые сорта с новыми, невиданными свойствами. Для того чтобы это созидание было все более и более успешным и само возделывание растений было все более и более результативным, необходимо глубоко и во всех подробностях знать жизнь растения.

В обширнейшее царство растений входят и водоросли, и грибы, и папоротники, и мхи, и иные, как зеленые, так и лишённые хлорофилла, формы организмов. У нас речь пойдет лишь об одной части зеленого царства — о цветковых растениях, иначе называемых ботаниками покрытосеменными. С эволюционной точки зрения это — самые молодые и самые совершенные растительные организмы. Сегодня ими занята почти вся суша планеты.

Систематики насчитывают на Земле около 300 000 видов цветковых. Разнообразие их форм огромно. Это — деревья и кустарники, травы и лианы. Это — пальмы и кактусы. Это — растения-хищники и растения-паразиты. Разнообразны и размеры их: австралийские эвкалипты подчас поднимают свои кроны на 100—120 м над землей, а иные травинки оканчивают свой жизненный цикл, возвысившись над почвой лишь на несколько миллиметров.

Огромные цветки тропической раффлезии достигают в диаметре полутора метров, а цветки баланофор столь мелкие, что еле различимы простым глазом.

Для многих растений, по крайней мере для однолетних и двулетних, период от начала образования цветков до созревания семян составляет всю их, так сказать, «взрослую» жизнь. Из всей совокупности жизненных процессов, протекающих в этот период в растениях, мы остановим внимание лишь на тех, что связаны с цветком и его естественным продолжением — плодом с созревающими в нем семенами.

Это будет книга о том, как с помощью цветков происходит размножение растений. Конечно, внешняя, зримая сторона этого процесса проста, видна каждому и укладывается в несложную схему. Летним солнечным днем цветок распускается. Яркий венчик его и ароматный запах привлекают пчел или иных насекомых-опылителей. Они переносят пыльцу с мужских цветков на рыльца женских, оплодотворяя последние. По завершении опыления цветки вянут, но начинают расти плоды и зреть семена.

Однако есть и другая сторона процесса, скрытая от глаза непосвященных, — внутренние, видимые лишь под микроскопом детали великого таинства размножения растений.

Жизнь — это вечное движение, это непрерывный круговорот и постоянная передача эстафеты от одного поколения к другому. Для материнского растения, на котором расцветают цветки, период жизни от зарождения цветка до осыпания семян — это завершающий этап «взрослой» жизни. Для дочернего же поколения, которому еще лишь в будущем предстоит взойти из созревающих внутри плода семян, это — этап внутриутробной, эмбриональной жизни.

Таким образом, эта книга — книга об эмбриологии растений, большой и важной главе ботаники.

ЗАГАДКА ЦВЕТКА

Казалось бы, нет никакой загадки, цветок — орган полового размножения растений. Благодаря его существованию растение образует семена, и таким образом не прекращается вечное движение жизни.

Суть полового размножения заключается в том, что начало новому организму дает слияние двух клеток с разной наследственностью — отцовской и материнской. Потомство оказывается не в точности похожим на отца и не в точности на мать, но одновременно в той или иной степени на обоих родителей. О важных преимуществах такой непохожести мы поразмышляем чуть позже.

Однако половое размножение есть и у тех представителей царства растений, которые не имеют цветков, — у водорослей, папоротников, мхов и других. Видимо, цветок, — не просто орган полового размножения. Не случайно он появился лишь на одной из последних ступеней эволюционного развития зеленого мира и лишь у наиболее совершенных его представителей.

Впрочем, цветковые растения могут размножаться без помощи цветков и без образования семян. Примеров того — тысячи.

«ВОДЯНАЯ ЧУМА» И ДРУГИЕ...

Полтора или два века назад в Европу попал печально привезенный с американского материка один-единственный экземпляр водного цветкового растения элодеи. Рас-

тепие это двудомное: мужские и женские цветки его развиваются на разных особях. Тот экземпляр, что попал в Европу, был женским. Цветки его не могли быть оплодотворенными и не могли, следовательно, дать семян. И все же спустя короткое время элодея буквально заполнила европейские водоемы, стала подлинным бедствием — не случайно ее называли здесь «водяной чумой».

Секрет этого явления кроется в особенностях строения стебля элодеи. Достаточно легкого прикосновения, чтобы побег или его часть отломилась от материнского растения. Отломившиеся части уносятся течением воды и в подходящих для укоренения условиях развиваются в новые растения.

То же можно сказать и о всем известных рясках, подчас сплошь покрывающих поверхность стоячих водоемов или тихие заводи медленно текущих рек. Отделившимися от материнского растения побегами размножаются и некоторые кактусы.

Многие растения размножаются побегами-отводками, которые укореняются, не потеряв связи с материнским растением. Такое размножение характерно для винограда.

Деревья, например дуб и береза, граб и бук, размножаются, образуя корневую поросль.

Целый ряд известных растений дают жизнь новому поколению посредством корневых отпрысков — побегов, развивающихся из придаточных почек корней. Таковы рябина и ольха, осина и ива, вишня, слива, малина, сирень и много других. Точно так же размножаются и некоторые, в основном сорные, травы, например, осот полевой, бодяк полевой, молочай и выюнки.

Дикий картофель у себя на родине, в Южной Америке, размножается и семенами, и клубнями. Когда это растение ввели в культуру, обнаружили, что экономически более выгодно отказаться от семенного размножения и перейти исключительно на размножение клубнями — урожай при этом получается несравненно выше, новые клубни вырастают более крупными, чем у растений, выросших из семян. Кроме того, лучше сохраняются и передаются из поколения в поколение свойства сорта.

Сейчас повсюду, за исключением лишь специальных селекционных и семеноводческих хозяйств, картофель размножают клубнями, не сеют, а сажают.

Органы, на которых развиваются клубни картофеля, называются столонами. Они могут быть не только подземными, а и надземными, например у камнеломок. Усы садовой земляники — это тоже надземные столоны.

Очень многие растения размножаются при помощи корневищ. Насколько эффективен такой способ, можно судить, например, по невероятной трудности борьбы с агрессивным сорняком — пыреем ползучим. Подземные корневища образуются не только у злаков, как у названного пырея ползучего или пырея ветвистого, но и у многих лилейных, а из двудольных растений — у иван-чая, сныти и тысячелистника. У лесных растений — медуницы, гравилатов, копытня — встречаются даже надземные корневища.

Известно, что многие однодольные, например лилейные и амариллисовые, размножаются луковицами. Причем луковицы можно обнаружить не только в почве, но и над землей — в пазухах листьев или даже, как у чеснока, вместо цветков в цветочных почках. Менее известны луковицы у двудольных растений, таких, как кислицы и одна из камнеломок.

Наконец, ряд растений размножается почками, которые образуются на листьях, — это бегонии и толстянки, очиток и бромеллеум, некоторые кувшинки и орхидные.

Некоторым растениям свойствен исключительно вегетативный способ размножения. В связи с этим на месте цветков у них развиваются либо выводковые почки, подобные луковичкам, как у мятлика живородящего, овсяницы живородящей и зубяпки луковичной, либо клубеньки, как у горца живородящего и поричника шишковатого.

В дополнение к естественным и на их основе человек создал некоторые искусственные способы вегетативного размножения. Таково размножение черенками или путем прививок, широко используемое при разведении плодовых деревьев.

Вегетативное потомство какого-либо растения называется клоном. Рассказывая о картофеле, мы уже подчеркивали, что при размножении клубнями потомство строго повторяет все наследственные особенности исходной родительской формы. Потому-то селекционеры очень часто пользуются клоновым размножением, при котором полезные сортовые качества закрепляются в потомстве значительно прочнее, чем при размножении семенами.

ПО ВСЕ ЖЕ СЕМЕНАМИ ЛУЧШЕ!

Несмотря на великолепные, казалось бы, возможности вегетативного размножения, подавляющее большинство растений размножается семенами.

Какие преимущества дает это растению?

Мы уже назвали главное в половом размножении обстоятельство: то, что зарождению семян предшествует слияние двух — мужской и женской — половых клеток, каждая из которых сконцентрировала в себе наследственные особенности того организма, на котором она образовалась. Конечно, материнский и отцовский организмы принадлежат, как правило, к одному и тому же виду растений. Но это несколько не исключает некоторого их различия.

Есть у биологов понятие **генотип** — совокупность внутренних факторов, обуславливающих наследственные признаки организма. Теоретически подсчитано, что при слиянии наследственных свойств только двух — отцовского и материнского — организмов могут вновь возникнуть 10^{1000} комбинаций признаков, то есть 10 в 1000-й степени новых генотипов. Астрономически огромный ряд существ, словно бы одинаковых, но все же хоть какой-то особенностью отличающихся от любого другого из этого ряда, от каждого из многочисленных сестер и братьев! Выживут и дадут жизнеспособное потомство только те из них, наследственный генетический фонд которых окажется в соответствии с возможностями условий существования данного организма. Менее «удачные» из теоретически возможных комбинаций попадут в поле деятельности естественного отбора. И так из поколения в поколение. А если учесть, что условия не остаются постоянными ни в пространстве, ни во времени, то станет ясно, какое большое преимущество для вида растений в целом эта непохожесть потомства у каждого отдельного растительного организма.

Даже в тех случаях, когда происходит самоопыление растений, то есть сливающиеся мужская и женская половые клетки принадлежат одному и тому же организму, преимущества на стороне семенного размножения. Ведь уже при образовании половых клеток происходит значительная «перетасовка» генетического материала, приводящая к определенному разнообразию наследственных

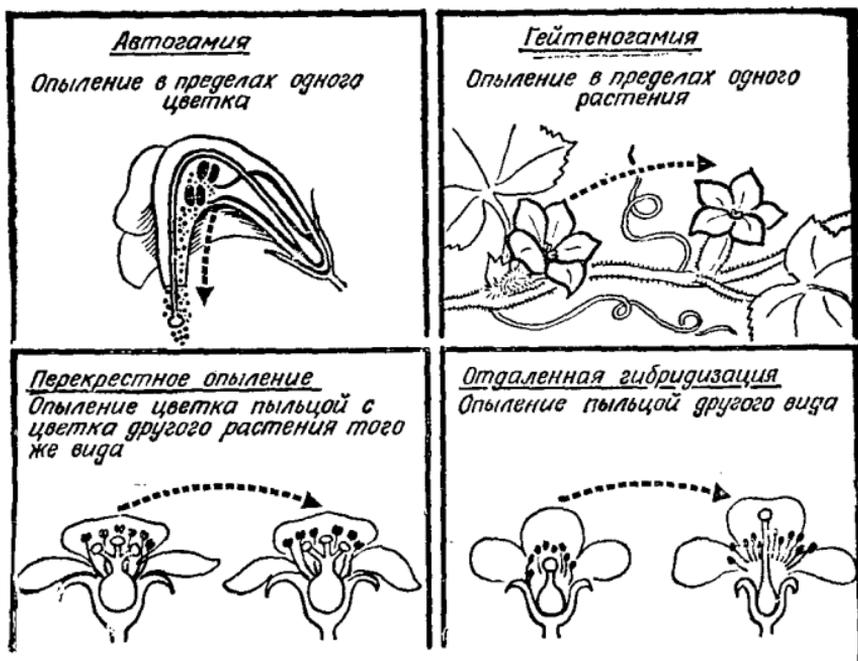


Рис. 2. При половом размножении в потомстве различным образом комбинируются наследственные качества родителей. Дальнейший естественный отбор (или селекция, если речь идет о культурных растениях) оставляет наиболее приспособленные к условиям существования (или наиболее продуктивные) формы.

особенностей потомства, к повышению возможностей наследственной изменчивости.

Есть у семенного размножения и другие достоинства. Семена подчас лучше, чем сами растения, переносят неблагоприятные условия жизни. И это обстоятельство позволяет многим, в сущности нежным и прихотливым однолетним растениям обитать в суровом климате, переносить морозные и бесснежные зимы.

Плоды и семена, несомненно, более мощное средство расселения растений, чем любой из способов вегетативного размножения. В плодах многих растений развиваются сотни и тысячи семян (у некоторых орхидей, например, в одном плоде может развиваться даже до 4 миллионов семян!), да и самих плодов на каждом растении бывает много.

Впрочем, наш краткий рассказ о преимуществах полового размножения и неполон, и не дает еще возможности понять, что цветок — это этап и в жизни одного растения,

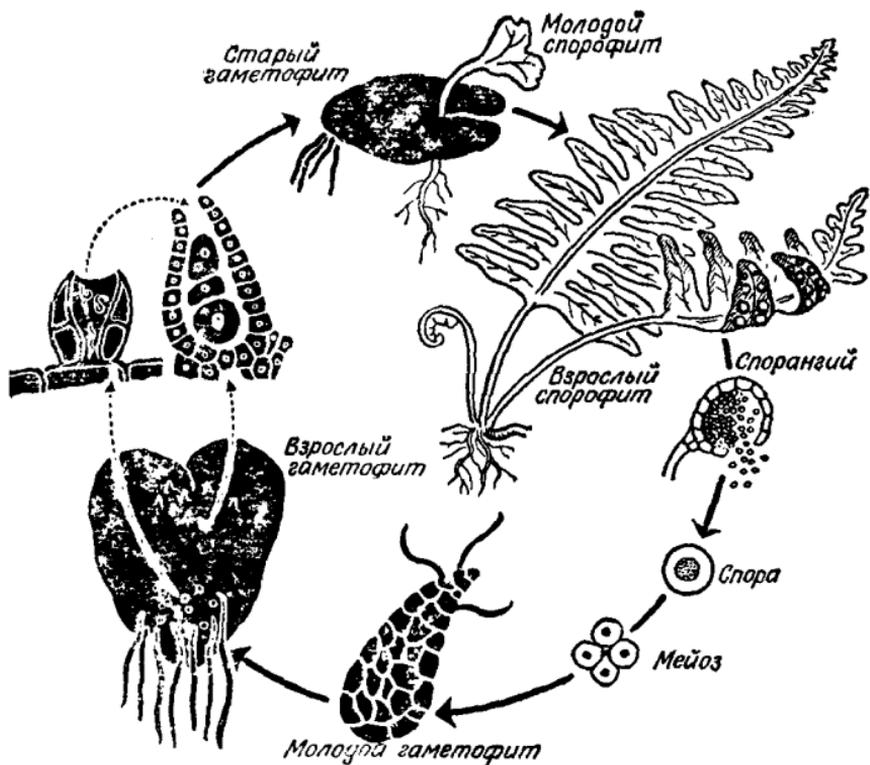


Рис. 3. Цикл развития и чередование спорофитного и гаметофитного поколений у папоротников.

и в эволюционной истории растительного царства. Для такого понимания необходимо знакомство и с родственниками цветковых растений, и с развитием в процессе эволюции половых способов воспроизведения организмом себе подобных.

ДЕТИ ИЛИ ВНУКИ?

Всем хорошо известны папоротники — растения с широкими перистыми листьями. Во влажных и тенистых лесах они образуют подчас густые заросли.

Широко известна и связанная с папоротниками легенда. По древнему поверью, раз в году, в летнюю ночь на Ивана Купала, распускается алый цветок папоротника, и тому, кто найдет этот цветок, откроются богатые клады.

На самом деле, и это тоже известно многим, цветков у папоротника не бывает. Папоротники и папоротникообразные — лишь отдаленная родня цветковых растений.

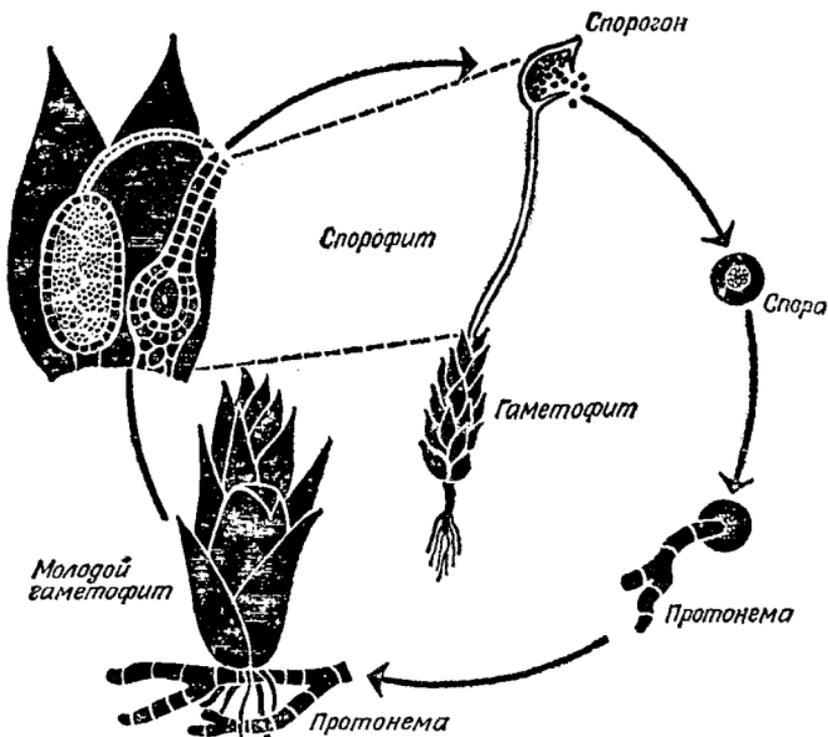


Рис. 4. Цикл развития и чередование поколений у мхов.

Даже их листья, сложным рисунком своим напоминающие птичье перо, называют иногда не листьями, а вайями.

На вайях в особых образованиях созревают споры. Именно споры — с семенами цветковых растений они не имеют ничего общего. Споры опадают на землю, и из них вырастает не новое поколение сильных папоротников, а маленькие, невзрачные и почти незаметные для глаза припочвенные растеньица, называемые заростками. Это и есть «дети» папоротников. У них особая жизнь и своя, весьма важная в вековечном существовании папоротникового рода роль. В поколении заростков на каждом из них развиваются половые органы растения и происходит оплодотворение. Вскоре после этого короткая жизнь заростка кончается, а из созревшей в нем и оплодотворенной яйцеклетки развивается новое, «настоящее» растение папоротника, которое будет, по сути дела, «внуком» тому, на вайях которого вызрели споры.

Но какое отношение имеет эта не прямая, а через поколение заростков, родственная связь папоротников к цветковым растениям? Всякий, кому хоть однажды при-

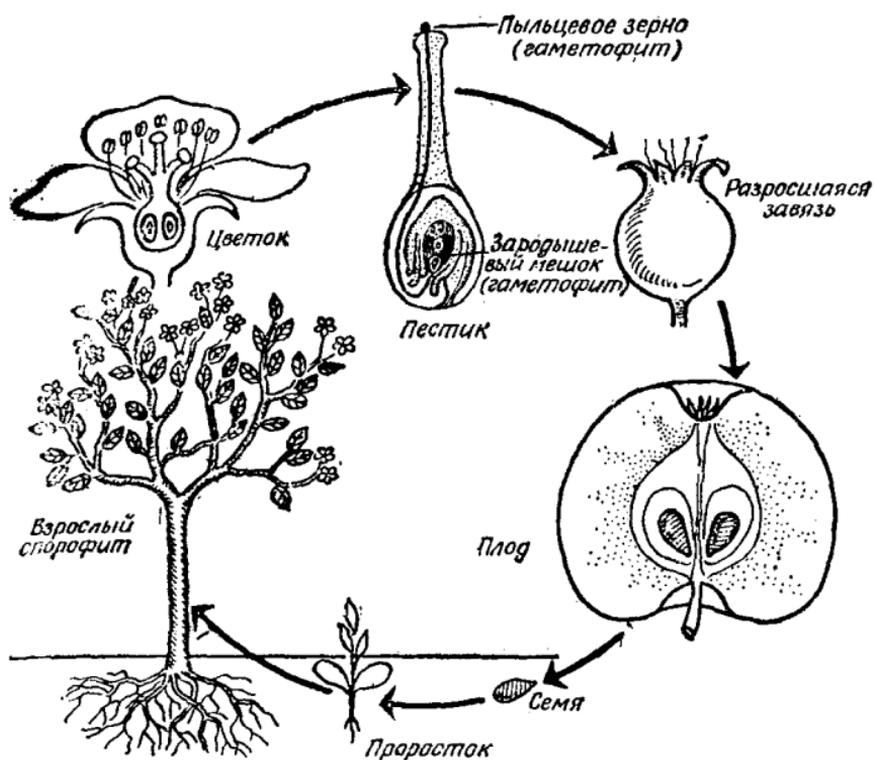


Рис. 5. Цикл развития и чередование поколений у цветковых растений.

ходилось выращивать растения, знает, что у тех же, например, огурцов нет никакого промежуточного поколения, подобного заросткам папоротников. Материнское растение даст семена, из которых развиваются дочерние растения.

Да, это так. И все же поколение, развивающееся из семян, то поколение, которое мы обычно считаем дочерним, на самом деле является внучатым. Смена поколений, о которой мы рассказали на примере папоротников, — явление общее для всех высокоорганизованных растений. В развитии каждого из них чередуются два состояния: бесполое поколение, которое ученые называют спорофитом, и половое, называемое гаметофитом. Но внешне это чередование поколений проявляется очень различно.

Если у папоротников половое поколение — малозаметный и никому, кроме ботаников, не известный заросток, а бесполое — это и есть всем известное растение, то у мхов дело обстоит как раз наоборот. У них гаметофит — половое поколение — это и есть само зеленое растение. Бесполое

же поколение мха — спорофит, иначе называемый у мхов спорогоном, — несамостоятельно: оно прорастает из оплодотворенной яйцеклетки прямо на гаметофите и паразитирует на нем. Спорогон имеет форму коробочки, сидящей на прикрепленной к материнскому растению ножке. В коробочке вызревают споры. Осыпаясь и прорастая в почве, они дают начало следующему половому поколению — зеленым порослям мха.

Цветковые растения более сходны с папоротниками. У них спорофит — это и есть само растение, которое каждый может воочию видеть. Но существует у них и гаметофит, жизнь которого скрытно протекает в тканях цветка. Увидеть гаметофит доступно лишь исследователям, вооруженным микроскопом.

Но можно ли и должно ли говорить о чередовании поколений у цветковых растений, если у них и спорофит и гаметофит воплощены в одном растении? Для биологов это необходимо, чтобы понять ход эволюции растительного царства и историю возникновения тех или иных приспособительных механизмов у растения.

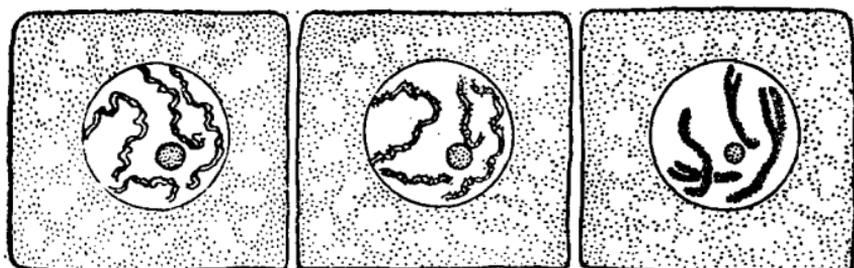
КЛЕТКА И НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ

Поразительное разнообразие ныне живущих форм растений — отличное пособие для биолога-эволюциониста, пытающегося восстановить картину истории развития зеленого царства. Ведь сегодняшние одноклеточные, колонии водорослей, мхи, папоротники и все другие формы растительной жизни — это отражение определенных этапов эволюции и конкретных путей ее.

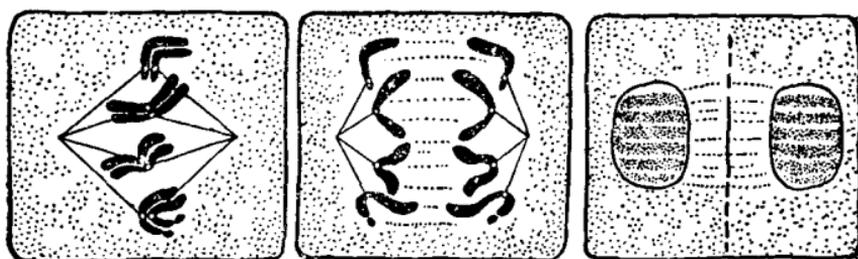
Одно из главнейших проявлений жизни — размножение. Каждый живой индивидуум представляет собой слишком хрупкую и, в общем, недолговечную конструкцию. Только воспроизводя себе подобных, живые существа могли завоевать планету.

Первыми представителями жизни на Земле были одноклеточные, населявшие океан.

Одиночные клетки размножались делением. Кажется, простой способ. Однако механизм размножения должен обеспечивать воспроизведение существ, себе подобных. А для этого нужно, чтобы в каждой из дочерних клеток наследственный материал оставался качественно и количественно таким же, как в материнской.



Профаза



Метафаза

Анафаза

Телофаза

Рис. 6. Организм непрерывно растет и обновляется. Это происходит потому, что непрестанно удваиваются, делятся клетки, его составляющие. Простое деление клетки — митоз.

Такое не прямое деление клетки называется митозом. Детали этого сложного процесса описаны в школьном учебнике, а если кто и забыл их, то легко вспомнить, взглядев на рисунок. Здесь важно лишь помнить, что наследственные свойства организма — программа его развития и функционирования — «записаны» в структурах ядра клетки, называемых хромосомами. В ходе подготовки к митотическому делению каждая из хромосом удваивается, создает рядом с собой свою точную копию — «двойника». При делении клетки «двойники» расходятся и включаются в ядра дочерних клеток. Так обеспечивается одинаковое число хромосом и одинаковость наследственного материала в каждой из них. Посредством митоза происходит также деление клеток многоклеточного — животного или растительного — организма при его росте. В результате такого деления каждая дочерняя клетка имеет двойной набор хромосом и является точной копией материнской клетки.

Но вернемся к одноклеточным. Иногда в массе клеток, по-видимому, происходил и противоположный митозу процесс — слияние их. Это могло быть благоприятно для одноклеточных организмов, так как жизненные возможности

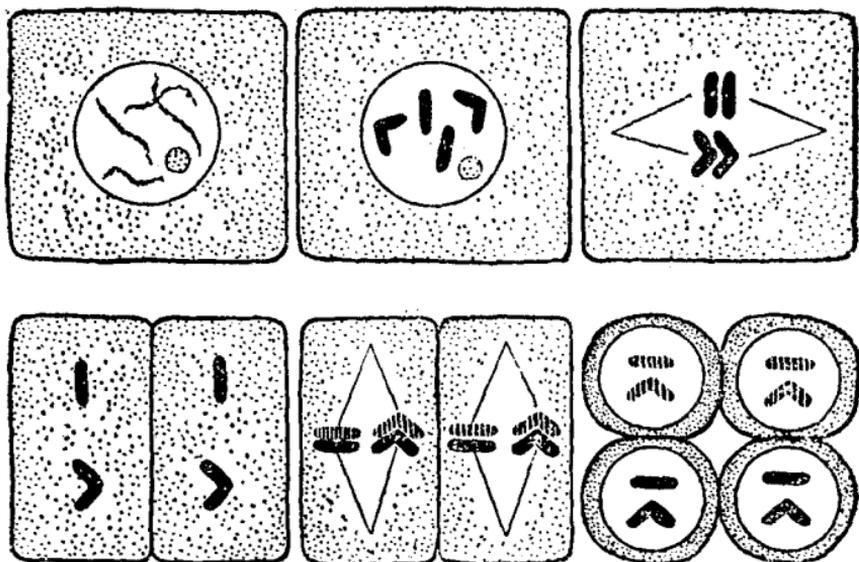


Рис. 7. В половых клетках содержится вдвое меньшее количество хромосом, чем в соматических. Иначе в каждом новом поколении непрерывно и до бесконечности происходило бы удвоение их числа. Поэтому при образовании половых клеток — гамет — идет процесс редуccionного, «уменьшительного» деления — мейоз.

таких удвоенных слиянием клеток были выше, чем у предшественников. Может быть, именно по этой причине слияние стало случаться все чаще и, наконец, превратилось не только в обычное, но и необходимое явление.

Предположение о том, что слияние клеток могло происходить часто и даже постоянно, доказывается лабораторными наблюдениями над культурами одноклеточных организмов и культурами тканей. Здесь — это довольно обычное явление.

Но подобные удвоения породили свои проблемы. Каждая клетка обладает строго определенным числом хромосом, а следовательно, определенным запасом наследственного материала и информации. При одном слиянии количество наследственной информации удваивается и это способствует повышению жизнеспособности клетки. Последующие слияния могут привести к дезорганизации жизни клетки или по крайней мере к значительному изменению ее свойств в каждом новом поколении, что далеко не всегда желательно.

У живых организмов в процессе эволюции выработался механизм, препятствующий бесконечному «удвоению»

клетки — редукционное, «уменьшительное» деление, или, иначе, мейоз.

В итоге мейотического деления образуются половые клетки — с половинным по сравнению с материнскими клетками количеством хромосом. Впоследствии отцовские и материнские «половинки» сливаются воедино и дают начало новому организму, в клетках которого будет двойной набор хромосом, как и в клетках каждого из родителей.

Процесс мейоза состоит из двух последовательных делений: первого, собственно редукционного, и второго, происходящего по типу митоза.

Каждой хромосоме соответствует вторая хромосома, парная — гомологичная, сходная по строению и характеру наследственного материала. Перед началом первого, редукционного деления обе хромосомы объединяются в пары. Потом, подобно тому как это происходит при митозе, каждый из двух членов пары расходится к противоположным полюсам клетки. По завершении процесса деления оказывается, что в каждом дочернем ядре остается вдвое меньшее число хромосом, чем было в родительской клетке.

Второе деление следует сразу за первым. Все здесь идет по типу митоза: каждая хромосома в новых клетках строит своего «двойника», после чего они расходятся к разным полюсам. Потом клетка делится. В итоге из начальной клетки образуются четыре, каждая из которых содержит сходный и вдвое меньший, чем в начальной клетке, набор хромосом. Сходный, но не одинаковый по наследственным свойствам.

ОТВЛЕЧЕНИЕ В ЭВОЛЮЦИЮ

Мы уже упомянули, что одно из главнейших свойств живых организмов, которым они коренным образом отличаются от неживой природы, заключается в способности воспроизводить себе подобных. Если бы это подобие было полным, если бы дети были во всем похожи на родителей, — это значит, что у живых организмов отсутствовала бы наследственная гибкость и была бы невозможна эволюция, не совершенствовались бы формы жизни.

Слияние клеток (конъюгация) и деление их посредством митоза и мейоза были, по-видимому, первым по времени возникновением генетическим механизмом жизни.

Несомненно, на заре эволюции деление и слияние клеток осуществлялись более простыми, чем сегодня, способами. Сами процессы митоза и мейоза, прежде чем достигнуть современной законченной точности, неминуемо должны были совершенствоваться. Кстати, предположение о возможности существования упрощенных — без образования специализированных клеток, какими являются споры, — способов воспроизведения себе подобных подтверждается и некоторыми ныне существующими организмами. Так у водорослей сеплянок сливаются обычные вегетативные клетки, не «уполовинившиеся» в процессе мейоза. Подобное случается лишь тогда, когда изменяются условия существования — наступает похолодание или не хватает азотистых веществ для питания. Сеплянки в данном случае иллюстрируют роль слияния клеток в повышении их жизнеспособности.

Эволюция отнюдь не всегда идет по пути усложнения организации живых существ и вымирания более простых, первоначальных форм. Сегодня на нашей планете обитают и одноклеточные, и грибы, и папоротники, и цветковые растения, и иные группы растительного царства — растения с очень различной степенью организации, но всегда с рациональным приспособлением к обитанию в тех или иных условиях.

Если бы ничто не мешало безграничному размножению, многие одноклеточные организмы в весьма небольшой срок укутали бы весь земной шар сплошным и толстым покрывалом из своих тел. Большая скорость размножения — это и есть их главное приспособление, выработавшееся в процессе эволюции при условии, что шансы на выживание и оставление потомства у каждой отдельно взятой клеточки очень и очень малы.

Иными путями шла эволюция многоклеточных форм. История многоклеточных организмов началась вероятнее всего с того, что одноклеточные водоросли делились, но не расходились порознь, а начинали жить совместно, в колониях. Однако, и объединившись, каждая из клеток продолжала жить прежней жизнью, выполняя те же функции, что и ее соседки: передвижения, снабжения питанием, размножения. Постепенно в таких колониях произошло первое разделение труда: одни клетки взяли на себя функцию снабжения всей колонии питанием, на долю других выпала задача воспроизведения себе подобных.

Наверное, поначалу последние просто отделялись от старой колонии и давали начало новой. Позднее возник механизм полового воспроизведения. Воспроизводящую клетку, по-видимому, приступали к редукционному делению, и каждая из них давала начало четырем гаметам — клеткам с половинным набором хромосом. Им предстояло далее найти себе партнеров для слияния. Наилучшим вариантом для потомства был тот, когда сливались гаметы, образовавшиеся в разных колониях: ведь чем богаче генетический фонд организма, тем больше у него шансов на победу в борьбе за жизнь. Но для того чтобы найти подходящего с этой точки зрения партнера, нужен был механизм передвижения. И как только он возник (сегодня даже у самых примитивных многоклеточных гамет обладают жгутиками), отпала необходимость в движении всей колонии. Так могли возникнуть «сидячие» формы организмов.

Слившиеся гаметы образовывали зиготу — клетку с «нормальным», двойным набором хромосом, которая давала начало новой колонии.

Иногда в одной и той же колонии образовывались и гаметы, и споры. По-видимому, это было необходимо для расселения пассивных колоннальных организмов. Жгутики гамет слабы и не смогут унести их сколько-нибудь далеко от родной колонии, тем более что сами эти клетки нежны и беззащитны. Споры же могли хорошо противостоять неблагоприятным внешним условиям и какими-то внешними силами могли быть унесены на значительные расстояния. Еще больше возможностей расселения было у активных, способных к самостоятельному передвижению зооспор. Они могли уже не надеяться на волю случая, а самостоятельно забираться в новые места с подходящими для их жизни условиями. Именно такую форму жизни представляет и пыле обитающая в наших пресноводных водоемах водоросль улотрикс, у которой на одной и той же многоклеточной особи формируются и споры, и гаметы.

Рассказывая об образовании гамет, мы уже упомянули понятие «половое воспроизведение». Но в данном случае имеется в виду лишь специализация клеток, взявших на себя функции воспроизведения. Подвижные гаметы, ищущие друг друга и дающие после слияния начало новому организму, были одинаково малы, слабы и беззащитны перед лицом жизненных невзгод. Разделения полов на

мужской и женский еще не существовало. Оно произошло несколько позже, и смысл его заключается в дальнейшем «разделении труда» уже между воспроизводящими клетками. Одни клетки стали более защищенными от невзгод, но пассивными, неподвижными; другие приобрели еще большую подвижность, хотя оказались еще менее жизнестойкими. На долю последних, именуемых цыне мужскими половыми клетками, выпала задача поиска партнера. На долю тех, которые мы сейчас называем женскими половыми клетками, вместе с заботой о самосохранении естественно и логически досталась забота о сохранении потомства, — ведь, слившись с мужской гаметой, каждая из них становилась первоначальной клеткой нового организма. В дальнейшем развитии и совершенствовании форм жизни эта задача защиты потомства перешла и на организм, вырабатывающий женские половые клетки.

Итак, специализация привела с течением времени к тому, что женские гаметы утратили способность к передвижению и превратились в яйцеклетки. Но тем самым ими была утеряна способность к расселению, к освоению новых пригодных для жизни мест.

Эта функция перешла к спорам. Одетые плотной оболочкой, предохраняющей от неблагоприятных воздействий среды, они долго могли путешествовать в водной стихии. Найдя «уголок» с благоприятными для жизни условиями, споры оседали. Но теперь они не сразу производили гаметы, а сначала развивались в новое небольшое растение, которое накапливало питательные вещества для образования многих гамет, в том числе и женских, которые нужно было обеспечить запасом питания впрок, на первые шаги самостоятельной жизни после оплодотворения.

Так возник механизм чередования поколений, ставший с той поры обязательным для всех многоклеточных растений. Родословная каждого из них складывалась теперь следующим образом. Организм, состоящий из диплоидных — с двойным набором хромосом — клеток, производил материнские воспроизводящие клетки (первый этап размножения). Каждая из этих клеток в результате редукционного деления распадалась на четыре споры (второй этап размножения). Из каждой споры развивался новый организм, состоящий из гаплоидных — с одинарным набором хромосом — клеток. Гаплоидный организм производил множество гамет (третий этап размножения).

Диплоидный организм — спорофит, производящий споры, стали называть бесполом поколением. Гаметоидный организм — гаметофит, производящий гаметы, которые в результате слияния попарно (на данном этапе развития слияние разнополюх гамет является, по сути дела, оплодотворением) образуют диплоидную зиготу, стали называть половым поколением.

Первоначально спорофит и гаметофит существовали раздельно. Пример такого разделения поколений дают нам папоротники, развитие которых было описано в начале главы.

Зачем же нужно разделение поколений? И почему оно сохранилось у столь высокоорганизованных наземных растений?

Папоротники некогда вышли из воды на сушу и стали земными жителями. Но таковыми являются лишь спорофиты папоротников. Гаметофиты их до сих пор нуждаются в водной среде. Потому-то сухопутные папоротники обитают лишь в тенистых и сырых местах, где может скапливаться дождевая или болотная вода. Для развития спорофитов избыток воды не нужен, они могли бы обойтись и без нее. Но споры, хоть превратности судьбы и могут занести их куда угодно, на любую почву, прорастают и развиваются в гаметофит только там, где для этого достаточно влаги.

Вода нужна и для того, чтобы оснащенные жгутиками мужские гаметы могли передвигаться в поисках женских гамет. Иначе встреча мужской и женской гамет произойти не может.

Впрочем, у некоторых папоротников, хотя они называются водными и в самом деле обитают в воде, в процессе эволюции выработались приспособления, которые, в сущности, обеспечивали возможность протекания полного цикла развития в воздушной среде.

Так, у некоторых видов водных папоротников селлагинеллы споры не выпадают из спорангия, а прорастают здесь же. Гаметофит таким образом паразитирует на спорофите, развивается и образует мужские и женские гаметы. В итоге слияния последних образуется зигота и развивается в новый спорофит, который на первых порах становится паразитом на гаметофите. Только после образования корня и первого листа он покидает свою «мать»

(гаметофит) и «бабушку» (материнский спорофит), переходя к самостоятельному существованию.

Вероятно, такой способ развития у селлагинелл возник потому, что у этих папоротников не было особой нужды в интенсивном расселении. Выиграв независимость оплодотворения от водной среды, селлагинеллы проиграли возможность широкого освоения новых мест обитания.

Селлагинеллы дают пример того, как гаметофит перешел к развитию на спорофите и как сомкнулись, таким образом, два разобщенных ранее звена цепочки чередования поколений. Дальнейшая эволюция в этом направлении еще более «спрятала» развитие гаметофита. У семенных (и, в частности, у цветковых) растений он развивается в тканях спорофита. Более того, здесь же происходит и начальное развитие нового спорофита (зародыша будущего растения), вырастающего из зиготы. А что касается проигранных предшественниками возможностей спорового расселения, то в ходе эволюции появились не менее эффективные способы, о которых мы расскажем в одной из последующих глав этой книги.

Возвращаясь к вопросу о том, «дети» или «внуки» развиваются из семян материнского растения, и пытаясь дать точный ответ на него, мы должны помнить про общность живых организмов, про то, что новые и совершенные формы жизни — это не отрицание предшествующих, а развитие их.

ДВОЕ В ЕДИНОМ ОБРАЗЕ

До сих пор мы рассматривали лишь «вертикальную» линию родства у растений — родственные отношения потомков и предков. Как пришлось убедиться, они достаточно сложны. Но столь же непросто разобраться в «горизонтальных» родствах, проследить, кто «мать» и кто «отец» растению. Вспомним плеть огурца, на которой попеременно цветут то женские, то мужские цветы. Но это еще не самый сложный случай, ведь большинство растений с обоеполыми цветами.

Многие века — от античных времен и почти до пачала новой истории — ученые не могли дать определенного ответа на вопрос, есть ли пол у растений. В самом конце XVII в. немецкий ботаник Рудольф Камерер подвел итоги своих наблюдений и экспериментов в «Письме о

поле у растений» и утвердил в науке истину: растение может принести жизнеспособные семена лишь тогда, когда в цветке сливаются два — мужское и женское — начала. И хотя история признания этого факта была очень трудной, сегодня половой характер оплодотворения у растений не вызывает никаких сомнений.

Мы уже говорили, что понятие «пол» связано с появлением на Земле в результате эволюции многоклеточных организмов, взявших на себя заботу не только о воспроизведении себе подобных, но и об обеспечении развития потомства и его защите на первых порах жизни. Наивысшее выражение этой тенденции можно увидеть в многочисленных примерах из жизни высших животных. В той или иной степени эта забота проявляется и в растительном мире. Конечно, на первый взгляд слишком трудно сравнивать растение, например, с наездкой, бережно согревающей свой выводок под крылом и в минуту опасности грудью бросающейся на врага. Но при ближайшем знакомстве с жизнью цветковых оказывается, что и они отнюдь не равнодушны к судьбе потомства: первые шаги своей жизни зародыш нового растения делает еще в недрах материнского цветка, там же он обеспечивается запасом питательных веществ. Подчас растение и иными путями облегчает первые жизненные шаги своих питомцев. Именно с этой точки зрения можно рассматривать сочные и привлекательные для пернатых плоды многих растений. Птицы склевывают их вместе с семенами. Но не семена, а плоды привлекают их — семена остаются невредимыми; крепкая оболочка семян защищает зародыши даже от сокрушительного действия желудочного сока. Спустя какое-то время они будут выброшены из кишечника птицы как составная часть помета. Так обеспечивается рассеивание семян у растений с сочными плодами, что помогает им осваивать новые места обитаний. Значит, это благо для вида в целом. Но этот же механизм идет на пользу и каждому растению, вырастающему из семени: капелька птичьего помета обогатила питательными веществами тот крохотный клочок земли, где ему суждено прорасти.

Разделение на два пола произошло значительно позже, чем появились многоклеточные организмы и возник процесс оплодотворения, то есть слияние воспроизводящих клеток (у низших форм жизни этот процесс называют конъюгацией).

У современных животных, за некоторым лишь исключением, особи мужского и женского пола существуют отдельно и часто существенно отличаются друг от друга даже внешне.

У растений половые различия отдельных индивидов выявить труднее. Есть, правда, среди цветковых двудомные растения, у которых мужские и женские особи существуют отдельно — таковы тополя на наших городских улицах, южные смоковницы (иначе финговые деревья, или инжир), конопля. Но значительно большая часть цветковых — это однодомные, у которых на одной особи сосуществуют и мужской и женский пол. Примером того служит плеть огурца, на которой можно найти и мужские и женские цветки. Более того, преобладают в растительном мире формы не просто однодомные, но несущие к тому же обоеполые (гермафродитные) цветки, в каждом из которых соседствуют и мужские и женские половые органы — и тычинки, и пестики.

Для обеспечения большой наследственной гибкости и больших возможностей приспособления к различным или меняющимся условиям внешней среды, как уже было сказано выше, в новом поколении желательно иметь соединение двух разнородных генетических начал. В обоеполых цветках и даже у однодомных растений это требование как будто бы предано забвению.

Почему так получилось?

По-видимому, в пору, когда шло эволюционное становление покрытосеменных, главной задачей природы было обеспечить встречу половых клеток при оплодотворении вне водной среды. Она осложнялась тем, что растения ведут прикрепленный образ жизни, который вытекает из особенностей их питания: «пища» растений — почвенные растворы и атмосферный углекислый газ — распределена относительно равномерно и словно бы сама приходит к ним. Понятно, что подобный образ жизни не позволяет раздельнополым особям отправиться на поиски противоположного пола.

В этих условиях и должны были возникнуть обоеполые самоопыляемые цветки.

Такое «решение» задачи было тем более оправданным, что первые наземные растения обитали, по-видимому, в относительно стабильных условиях влажного тропического климата.

В последующем ходе эволюционного развития появились и совершенствовались приспособления к опылению цветков ветром или с помощью насекомых. Так была решена проблема соединения в потомстве различных наследственных качеств и вместе с тем начали развиваться механизмы, которые уже препятствовали самоопылению, то есть соединению при оплодотворении одинаковых наследственных задатков. Здесь не было единообразия. В одних случаях тычинки и пестики обоеполых цветков стали иметь разную высоту, что препятствует попаданию собственной пыльцы на рыльце пестика. В других случаях пестик становится готовым для оплодотворения задолго до того, как в тычинках созревает пыльца. В третьих — химические и физиологические особенности растения препятствуют прорастанию на рыльце пестика пыльцы собственного цветка или даже пыльцы других цветков того же растения. В каждом из этих случаев оплодотворение может произойти только при перекрестном опылении, только при попадании на цветок пыльцы другого растения. Логическим завершением пути создания препятствий для самоопыления было полное разделение полов, какое мы видим у двудомных растений.

То, что сегодня среди цветковых растений преобладают не двудомные и даже не однодомные с раздельнополыми цветками, а формы с цветками обоеполыми, может быть признаком незакончившегося эволюционного процесса разделения полов, что сохраняет возможность самоопыления.

В многообразном мире современных цветковых растений есть виды, у которых постоянно, из поколения в поколение происходит только самоопыление. Цветки таких растений специально приспособлены для него. У них одновременно созревают тычинки и рыльца пестиков, при этом у барбариса тычинки, созревая, изгибаются в сторону пестика, у некоторых лилий, наоборот, рыльце пестика приближается к тычинкам. Подчас опыление происходит на стадии бутонов, когда цветок еще не раскрылся, например у гороха. А у некоторых фиалок и орхидей, арахиса и кислиц цветков вообще потерял способность раскрываться. Интересно, что эти приспособления развиты и у ярких, заметных цветков, которые, очевидно, были когда-то приспособлены к опылению насекомыми.

Однако приспособлений к перекрестному опылению у растений не меньше, чем к самоопылению. Многие цветки

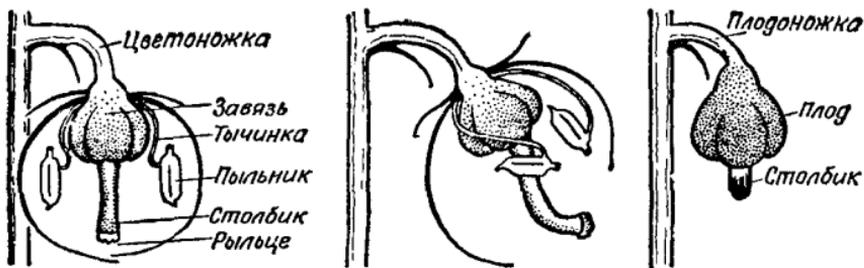


Рис. 8. Ось бутона у грушанки круглолистной направлена вниз. Распустившийся цветок принимает боковое положение: так удобнее садиться насекомым-опылителям. Если цветок не дожидается их посещения, произойдет самоопыление: тычинки расположены так, что зрелая пыльца просыплется прямо на рыльце. Ось плода опять-таки смотрит прямо вниз: созревая, коробочка начинает трескаться, и ветер подхватывает высыпавшиеся из щелей мелкие и легкие семена.

приобрели способность привлекать насекомых-опылителей нектаром, запахом, окраской и формой. У многих выработались весьма хитроумные приспособления, обеспечивающие обязательную отдачу пыльцы насекомым-опылителям при любом посещении цветка и столь же обязательный прием пыльцы от насекомого пестиком другого цветка. Не менее сложны и надежны приспособления ветроопыляемых цветков.

Иногда цветки сохраняют возможность самоопыления «про запас», на случай, если перекрестное опыление по какой-либо причине, например из-за неблагоприятной погоды, не состоялось. Так, у грушанки — лесного растения среднерусской полосы — каждый цветок в соцветии может занимать положение, способствующее либо перекрестному опылению (главные его посредники — шмели), либо самоопылению.

Разбирая выше вопрос о чередовании поколений, мы показали, как непроста у растений линия «вертикального» родства. Но, познакомившись с существованием однодомных и двудомных растений, обоюполых и раздельнополых цветков, с возможностью у растений как перекрестного опыления, так и самоопыления, можно убедиться, что еще сложнее «горизонтальная» его линия. Решать вопрос, кто молодому растению «отец», приходится в каждом случае особо. И очень вероятна возможность, что и «матерью» и «отцом» окажется одно и то же растение, которое к то-

му же, как это было выяснено в рассказе о чередовании поколений, является одновременно в известном смысле «бабушкой» и «дедушкой».

УСЛОВНОСТИ ПОЛА

Неприхотливый тополь — очень желанное дерево на городских улицах. Тополь очень быстро растет — пожалуй, быстрее всех других деревьев — и, значит, для этого роста вынужден забирать из атмосферы большое количество углекислого газа. Не стоит подчеркивать, как это важно для оздоровления воздуха в любом промышленном городе.

Но есть у тополя огромный, с точки зрения и озеленителей, и всех городских жителей, недостаток. Где-то в начале июля раскрываются коробочки его плодов, и оснащенные пушинками семена начинают кружить в воздухе. Плодоносит тополь обильно. Тополиный пух, подгоняемый даже слабым дуновением ветра, летает в воздухе, щекочет прохожим носы, устилает улицы, чем ужасно досаждают дворникам, забирается через открытые окна и форточки в квартиры, чем приводит в негодование хозяек.

Казалось бы, от тополиного пуха легко избавиться. Тополь — растение двудомное. Есть женские экземпляры его, которые приносят семена с досаждающими горожанам пушинками, и есть мужские, которые, естественно, семян не приносят. Следовательно, надо сажать в городе только мужские экземпляры тополей, и улицы будут избавлены от тополиного пуха. Озеленители так и стараются делать. Но это, как ни странно, не помогает.

Ежегодно ранней весной на городских улицах идет подрезка тополиных крон. Подчас это необходимо потому, что иные быстро растущие ветви грозят дотянуться до электрических проводов и порвать или замкнуть их. Подчас, подрезая ветви, озеленители хотят добиться образования более густых, более красивых крон у деревьев. Это им удается. Однако это же приводит и к другому, непредвиденному и нежелательному результату: ежегодная подрезка крон превращает многие мужские экземпляры тополя в женские, приводит к изменению пола растения.

Пример этот показывает, как непросто у растений процесс формирования пола.

У животных — по крайней мере у подавляющего большинства их — здесь все происходит четко. Имея даже одну-единственную клетку животного, исследователи с по-

мощью микроскопа и иных средств исследования могут определить, какой особи — мужской или женской — она принадлежит. Дело в том, что в ядре каждой клетки тела животного среди хромосом есть две, называемые половыми и определяющие пол. У млекопитающих две одинаковые половые хромосомы в ядре клетки тела говорят о том, что данная особь принадлежит к женскому полу. Если половые хромосомы различны, значит, особь мужского пола. У птиц наоборот: одинаковые половые хромосомы присущи мужскому полу, а разные — женскому.

Половые клетки имеют в своих ядрах половинный набор хромосом. У млекопитающих все женские половые клетки одинаковы, а мужские — различны. Половина их несет точно такую же половую хромосому, как женские клетки, а половина — отличную, мужскую половую хромосому. От того, какая пара половых хромосом — одинаковые или разные — окажется в зародышевой клетке, образующейся при слиянии мужской и женской половых, зависит пол будущего существа, то есть он определяется еще в момент оплодотворения.

У растений дело с определением пола обстоит сложнее. Растения с обоеполюми цветками гермафродитны. Пол однодомных растений в целом также неопределенный. Только у двудомных растений мужской и женский пол четко разделены: на одних особях цветки только мужские, на других — только женские. В клетках у некоторых видов двудомных растений обнаружены даже половые хромосомы, так же как у животных. Но лишь у некоторых.

В животноводстве вопрос о возможности регулирования пола потомства — получение «по заказу» потомства либо только мужского, либо только женского пола — очень интересует практиков. В самом деле, на птицефабриках или птицефермах, где конечной задачей является получение яиц, желательнее, чтобы все выводящиеся из яиц цыплята оказались курочками. Напротив, при производстве мясных цыплят — бройлеров — желательнее, чтобы из яиц выводились исключительно петушки: они быстрее растут и достигают более крупных размеров. То же самое и в мясном животноводстве: бычки всегда крупнее своих сверстниц-телочек.

Столь же важным может оказаться и умение регулировать пол у растений, несмотря на всю неопределенность половой принадлежности большинства их. Дело в том, что

плод можно получить и от женского цветка, и от гермафродитного, но хозяйственные качества их будут различными.

На ползучих плетях дыни, в общем-то очень похожих на плети огурцов, развиваются цветки не двух, как у огурцов, а трех видов: мужские, женские и обоеполые. Так вот замечено, что плоды, развивающиеся на месте чисто женских цветков, получаются более крупные и более сладкие, чем те, которые вырастают на месте обоеполых цветков. Та же закономерность подмечена у хурмы — южного плодового растения.

Присутствие большого количества мужских цветков (пустоцветов, как называют их подчас) на плети дыни, огурца или тыквы снижает урожай. Понятно, что необходимо изыскивать такие пути воздействия на эти растения, при которых удельный вес женских цветков был бы как можно выше. Отыскать такие пути можно. Известно, что количественное соотношение мужских и женских цветков на растении сильно изменяется в зависимости от условий выращивания его. Известны и некоторые практические приемы, позволяющие увеличить количество женских цветков.

Так, огородники из подмосковного города Клина еще в старину прибегали при выращивании огурцов к одному из двух приемов, дававших очень неплохие результаты: к «прищипке» и к «копчению». В первом случае у растения обрывали основной побег, на котором всегда преобладают мужские цветки, и вызывали тем самым ускоренное развитие боковых побегов, где более значителен процент женских цветков. Во втором случае молодые растеньица, имевшие 3—4 листочка, — практически рассаду — выдерживали в течение нескольких часов в атмосфере угарного газа, получающегося при неполном сгорании дров. После такой обработки количество женских цветков на огуречных плетях оказывалось порой в десять раз большим, чем мужских.

В деревнях существовал в старину и еще один своеобразный «агротехнический прием», преследовавший ту же цель увеличения числа женских цветков на растении. За месяц до посева семена огурцов ссыпали в полотняный мешочек и вешали его на грудь. Таким образом, семена целый месяц выдерживались в своеобразном термостате при постоянной температуре человеческого тела.

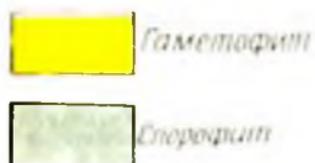
Конечно, сейчас нет надобности прибегать к «живому термостату», чтобы увеличить соотношение женских и мужских цветков в пользу первых. Ученые нашли некоторые закономерности, которые позволяют регулировать это соотношение вполне современными способами. Отмечено, например, что на распределение половых форм цветков влияют условия минерального питания. Избыток солей кальция в почве способствует развитию большого количества мужских цветков, а повышение уровня фосфатного питания растений приводит, напротив, к увеличению числа женских цветков. Велико также влияние влажности почвы и воздуха. Недостаток влаги задерживает образование и развитие женских цветков и ведет к преобладанию мужских. Оптимальное увлажнение, напротив, способствует увеличению числа женских цветков.

Опыты ученых обнаружили и другие факторы, влияющие на половую принадлежность цветков. Среди них и температура, и долгота дня, и электрические воздействия, и искусственное ранение растения (вспомним тополя, с которых мы начали рассказ), и многие другие, вплоть до облучения растений рентгеновскими лучами.

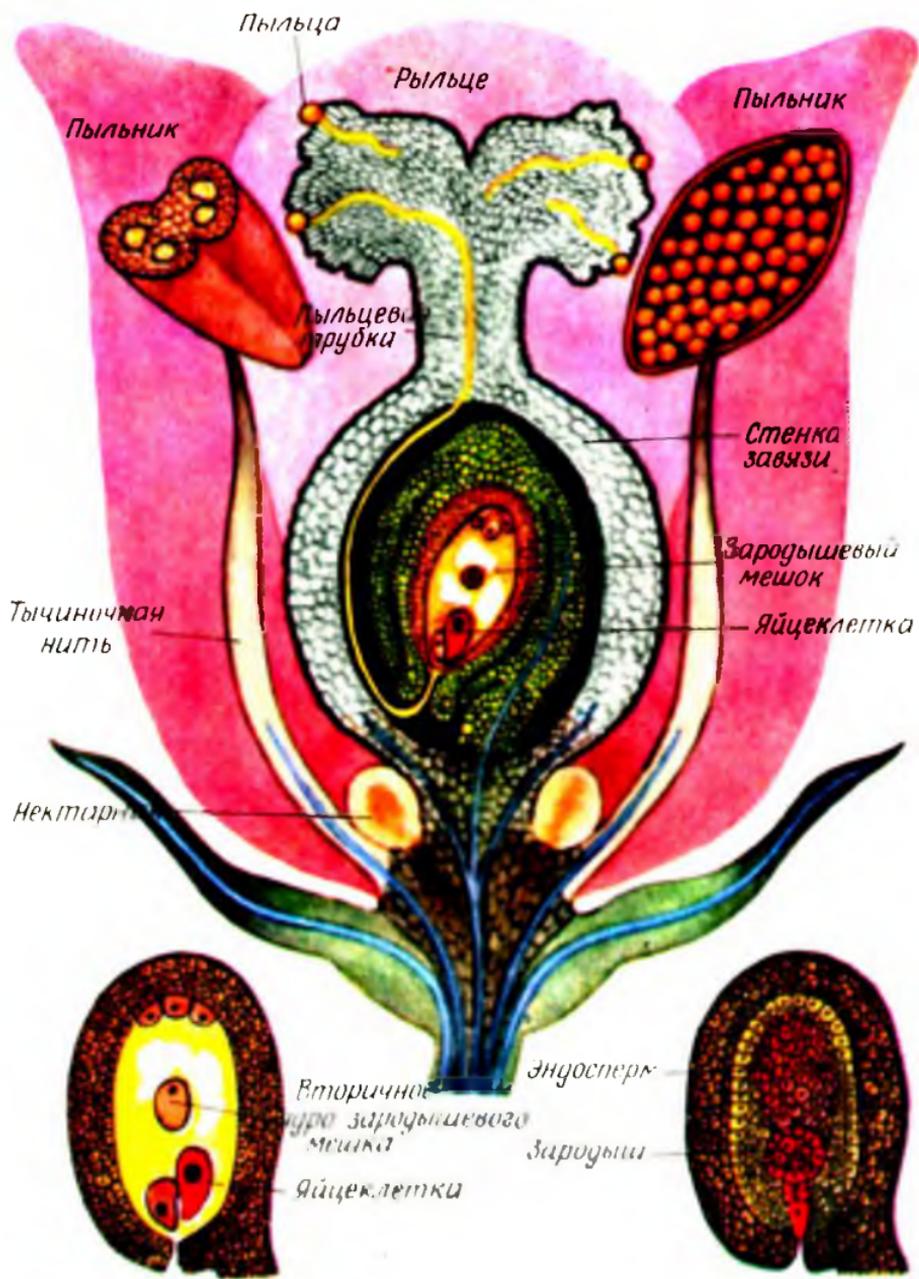
Вот пример, как пол растения может измениться под влиянием изменения долготы дня. Выращивание заведомо мужских экземпляров конопли в теплицах в зимнее время, при укороченном световом дне, вызывает появление на этих растениях женских цветков.

Такое же действие оказывает укорочение светового дня на кукурузу. В одном из опытов выращивание ее в ноябре, в осеннюю пору, когда день несравненно короче летнего, вызвало стопроцентное развитие на месте мужских метелок женских соцветий.

Несмотря на большое число интересных и часто успешных опытов по увеличению количества женских цветков на растениях при помощи тех или иных воздействий, проблема управления развитием пола у растений еще очень далека от полного решения. И можно лишь сожалеть об этом, во-первых, потому, что изменение соотношения цветков на растении в пользу женских, безусловно, приводит к значительному увеличению урожая, а во-вторых, потому, что вопрос о возникновении тех или иных половых форм цветков под действием тех или иных внешних факторов имеет, помимо прикладного, важное теоретическое значение: его познание поможет понять важнейшие принципы эволюции большого и сложного мира растений.



1. Относительные размеры бесполого (спорофитного) и полового [гаметофитного] поколений у низших и высших растений.



2. Строение обоеполого цветка покрытосеменного растения.



3. Цветки, имеющие приспособления для защиты пыльцы от дождя и росы.



4. Ярко-красные цветки тропиков привлекают внимание опылителей-птиц. Пчел и шмелей манят более скромные краски. А ночным бабочкам легче всего отыскать белые или бледно-розовые цветки.

ЖИЗНЬ ЦВЕТКА

У водорослей, мхов и папоротников функции полового размножения превосходно выполняются без цветков, но оплодотворение у них осуществляется в воде. Цветок семенных растений позволяет обеспечить оплодотворение вне водной среды.

Нам важно выяснить, каким образом цветок исполняет роль, отведенную ему природой. А она, эта роль, несмотря на то что жизнь цветка относительно коротка, очень важна, а главное — непроста. В тканях цветка рождается половое — гаметофитное — поколение растения. Здесь же оно и кончает свою недолгую жизнь, обеспечив встречу и соединение женских и мужских половых клеток — оплодотворение.

ГЛАВНОЕ И НЕ ГЛАВНОЕ

Даже самая богатая выставка, на которой продемонстрировали бы своих «питомцев» цветоводы целой страны, не смогла бы дать полного представления о всем разнообразии форм, размеров, красок и о всех особенностях строения цветков, созданных природой. Несмотря на это, некоторые основные моменты в развитии и структуре цветка у всех растений остаются строго неизменными. А потому можно говорить об условном цветке, детали которого с теми или иными отклонениями в «конструкции» входят в цветки всех растений. Функция полового воспроизведения осуществляется в половых органах цветка, которые можно считать главными. Но в осуществлении опыления,

по крайней мере в тех цветках, где этот акт может происходить только с помощью насекомых, важнейшее значение имеют неполовые, так называемые стерильные органы. Разнообразные и причудливые подчас формы лепестков — не прихоть природы, а лишь ее подчинение необходимости обеспечить встречу мужских и женских половых клеток с помощью посредников, которых нужно привлечь к цветку и «заставить» перенести пыльцу с тычинок одного цветка на пестик другого.

Наш условный цветок обоеполый. Ведь уже говорилось выше, что именно таково подавляющее большинство цветков. Все органы его располагаются на одном общем основании, называемом цветоложем. Наружные органы — стерильные. Это чашелистики и венчик, составляющие околоцветник. Ближе к центру цветка располагаются тычинки — мужские репродуктивные органы цветка.

Центр цветка занимает комплекс женских репродуктивных органов. «Отец» систематики растений — Карл Линней, как и Чарлз Дарвин, разделял этот комплекс на завязь и пестик, состоящий из столбика и рыльца. В позднейшее время ботаники стали называть пестиком всю женскую часть цветка, включая и завязь.

Внутри завязи, на плаценте, расположены семязачатки (семяпочки), в которых после опыления и следующего за ним оплодотворения происходит зарождение и развитие организма — спорофита.

Околоцветник характерен для насекомоопыляемых растений. Ветроспыляемые цветки — «голые», околоцветника у них, как правило, нет. Но общая схема цветка сохраняется и здесь. Просто редуцируются части околоцветника. Точно так же в однополых цветках не развиваются тычинки в женских цветках или пестик в мужских. Но во всех двуполых цветках пестик находится в центре цветка, а тычинки окружают его.

Многообразие внешней формы цветка также сведено ботаниками в систему и, оказывается, уместается в довольно узкие рамки. Прежде всего различают правильные цветки с радиальным строением, как, например, у яблони или у мака, и неправильные с двусторонней (билатеральной) симметрией, как у гороха или львиного зева. По строению венчика цветки разделяют на раздельно- и спайнолепестные. Кроме того, разли-

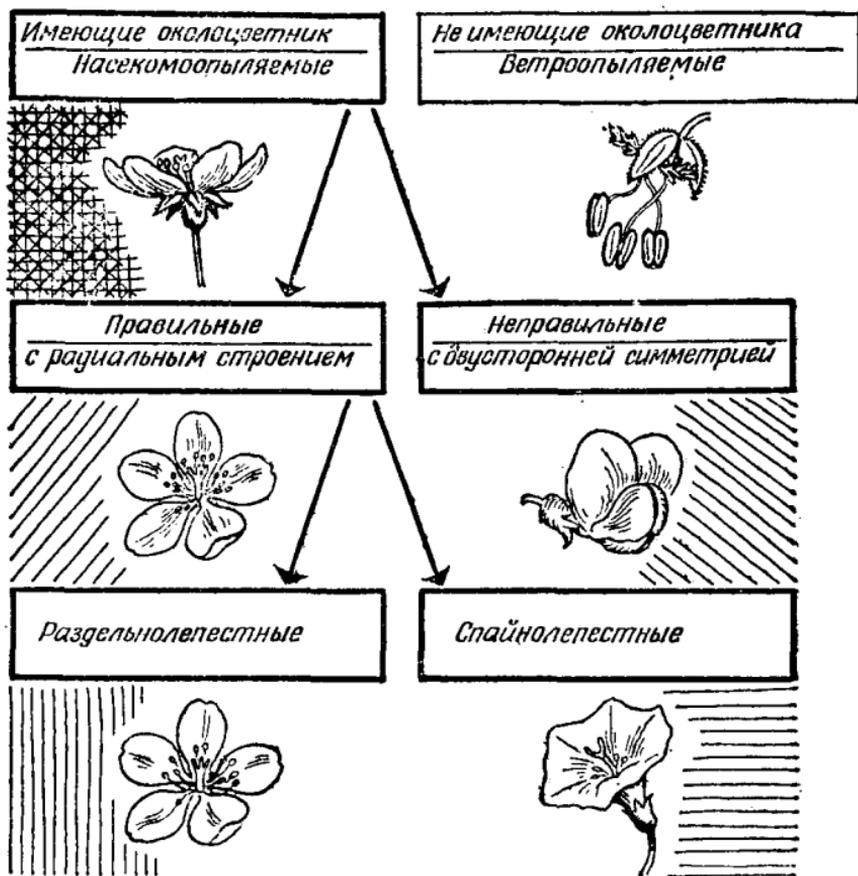


Рис. 9. Бесконечное, казалось бы, многообразие форм цветков можно распределить на совсем небольшое число основных форм.

чают цветки простые и махровые — с ненормально увеличенным числом лепестков. Махровость — это своеобразное уродство. Дополнительные лепестки развиваются за счет угнетения репродуктивных органов и на их месте, что делает цветок бесплодным, хотя, с человеческой точки зрения, и красивым.

«ОТКУДА ТЫ, ПРЕКРАСНОЕ ДИТЯ?»

Цветок в большинстве случаев в самом деле прекрасен. И если возникает вопрос его происхождения, вопрос этот сам собой формулируется приведенными в заголовке словами из пушкинской «Русалки».

Поскольку разнообразие обитающих на планете растительных форм позволяет проследить эволюцию цветковых

растений, разнообразие форм цветков могло бы оказать столь же существенную помощь в изучении происхождения цветка. Этого, однако, не случилось, ибо есть на свете самые разнообразные цветки, но не существует среди неисчислимого их множества формы, которую можно было бы считать некоей переходной между нецветком-предшественником и настоящим цветком. И до сих пор вопрос, как возник цветок, еще далек от своего окончательного решения.

Со времен Гете, с конца XVIII в., существует теория метаморфоза. Она утверждает, что генеративные органы цветка — тычинки и пестики, — а равно и лепестки с чашелистиками есть видоизмененные (претерпевшие в процессе эволюции метаморфоз) листья. Теория эта еще и сейчас имеет своих приверженцев. В доказательство ее часто приводят пример строения цветка белой кувшипки, называемой часто водяной лилией, — одного из древнейших на Земле покрытосеменных растений. В ее цветке петрезкой, четко очерченной границы между чашелистиками и лепестками, лепестками и тычинками. И если «распотрошить» цветок, разобрать его по деталям, а затем разложить их в ряд, начиная с наиболее похожего на лист чашелистика и кончая наиболее закопченной тычинкой, то в самом деле прослеживается очень постепенный, плавный переход.

Сегодня можно объяснить эту «расплывчатость» границ с позиций генетики. Известно, что в изначальной, зародышевой клетке организма заложена — «сформулирована» — вся программа его построения. Имеппо в связи с четкостью этой программы из яйца кукушки выходит не какая-то птица вообще, а кукушка, так же как из зерна пшеницы вырастает не вообще злак, а именно пшеница. По мере дальнейшего развития зародыша происходит все большая и большая дифференциация клеток, разделение между ними общей программы. Какие-то клетки впоследствии дают начало листьям, какие-то — корням. Накопец, у первоначальных истоков тех или иных органов цветка также ложатся клетки с целенаправленной программой построения чашелистика или лепестка, тычинки или пестика. Там, где в этих истоковых, условно говоря, клетках программа развития тех или иных органов «сформулирована» с законченной четкостью, столь же четка и граница между этими органами. Очевидно, в истоковых клетках

цветка кувшинки такой четкой программы нет, она более или менее неопределенна.

Многие морфологи придерживаются сегодня так называемой теломной теории происхождения цветка. Она говорит о том, что прообразом органов воспроизведения следует считать не лист, а телом — стеблеподобный орган простейших покрытосеменных. Листоподобные образования в цветке вторичны. Они возникли, как и сами листья растения, вследствие приспособления к тем или иным условиям обитания. Эта точка зрения в значительной мере основывается на данных палеонтологии. У некоторых ископаемых представителей высших растений были обнаружены спорангии — органы, производящие споры, — сидящие прямо на концевых участках ответвлений стебля. Примечательно, что у этих растений не было настоящих листьев. Но это и говорит о том, что репродуктивные органы — предшественники цветков — появились еще до возникновения листьев, а значит, никак не могли быть их видоизменением.

Есть и иные предположения о механизме возникновения цветка. Но ни одно из них не принято ботаниками единогласно. Окончательное решение этого вопроса имело бы важное значение для теоретической ботаники, так как помогло бы построить правильную и развернутую картину развития растительного мира.

Если вопрос об эволюционном происхождении цветка имеет лишь теоретическое значение, то следующий за ним вопрос, какие причины и какие механизмы вызывают цветение у растения, в той же степени, как теоретиков, волнует и практиков. Ведь если бы работники сельского хозяйства могли управлять цветением растений, то в одних случаях можно было бы составить менее напряженный график уборочных работ, в других — получать ранние урожаи овощей, в третьих, приравливая сроки цветения и созревания к оптимальным метеорологическим условиям, добиваться более высоких и устойчивых урожаев.

Сейчас известны некоторые приемы, позволяющие несколько сдвигать во времени начало цветения растений или изменять скорость развития цветков. Но, во-первых, размах этих изменений очень невелик, а во-вторых, существующие приемы рождены эмпирическим путем, под ними нет прочной теоретической базы, которая позволила бы совершенствовать и расширять их.

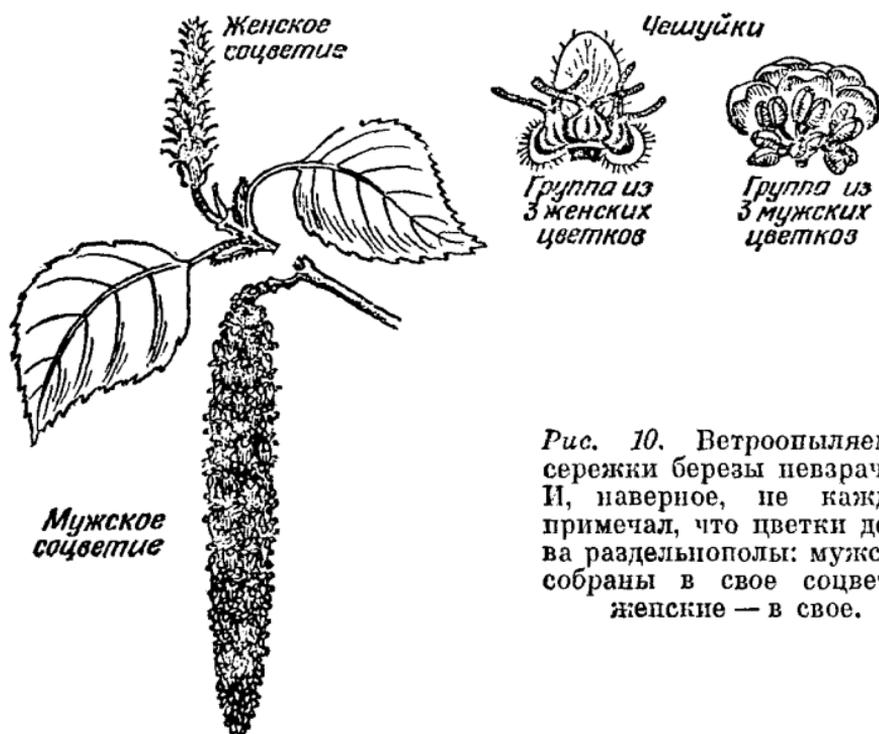


Рис. 10. Ветроопыляемые серезжки березы певзрачны. И, навеврное, не каждый примечал, что цветки дерева разделяюполю: мужские собраны в свое соцветие, жепские — в свое.

Имеется несколько мнений о сущности механизмов, обеспечивающих зацветание растения. Одна из убедительных гипотез предложена советским физиологом М. Х. Чайлахяном. Он полагает, что в растении в определенную пору вырабатываются специальные гормоны цветения — флоригены, которые вызывают рост и распускание цветочных бутонов.

Цветки на растении всегда появляются лишь после того, как развившиеся корни и листья создадут определенный запас питательных веществ. Правда, у ивы или березы цветки появляются ранней весной, еще до распускания листьев, а у одного из весенних первоцветов — мать-и-мачехи — цветки тоже вылезают из почвы прежде, чем появятся листья. Но эти случаи нельзя считать исключением из правила. Названные растения — многолетники и первое цветение — не первый этап в их жизни. В предыдущие годы они «взрослели и набирали силы» — создавали запасы питательных веществ.

Итак, в какой-то период своей жизни растение, пока еще не известным для нас образом, переходит к образованию цветков.

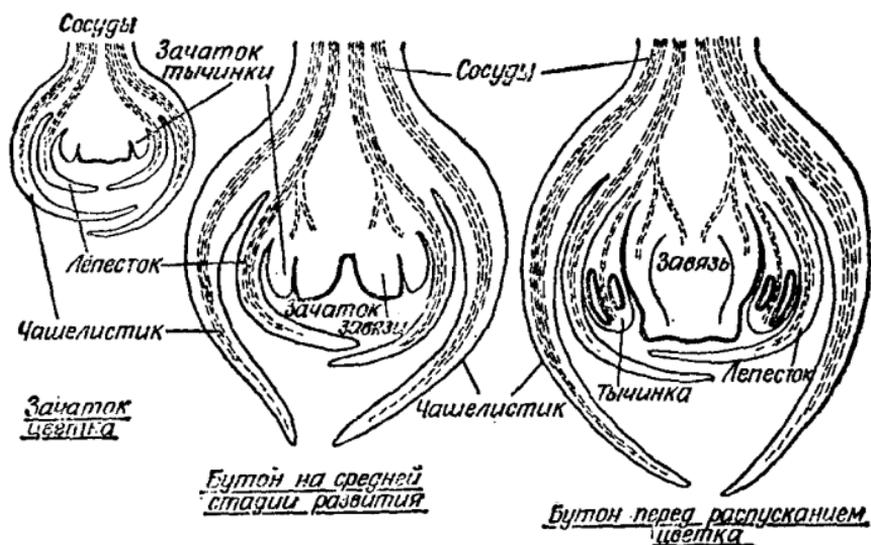


Рис. 11. Так от невзрачной бусинки зачатка цветка до готового распуститься бутона идет формирование частей в цветке грушанки.

Каждый растущий и тянущийся к солнцу стебелек заканчивается вегетативной точкой роста — комплексом верхушечных клеток. Эта верхушка стебелька называется конусом нарастания. Здесь в определенной по месту и времени последовательности появляются зачатки листьев, впоследствии развивающиеся во взрослые органы, несущие наиважнейшую не только для самого растения, но и для всего живого на Земле функцию фотосинтеза, создания органического вещества.

Но однажды конус нарастания теряет обычную для себя форму, перестает порождать зачатки листьев и переходит к образованию цветка. Первыми возникают зачатки чашелистиков, вслед за ними — зачатки лепестков, потом — тычинок и наконец — завязи. Поначалу все они представляют собой одинаковые однородные бугорки из образовательной ткани, окруженной слоем поверхностных клеток. Чуть позже начинается направленный рост и деление определенных групп клеток, а также дифференциация их, то есть выделение из общей массы клеток будущих специализированных тканей. Так происходит становление особой, свойственной только определенному органу цветка, формы и структуры,

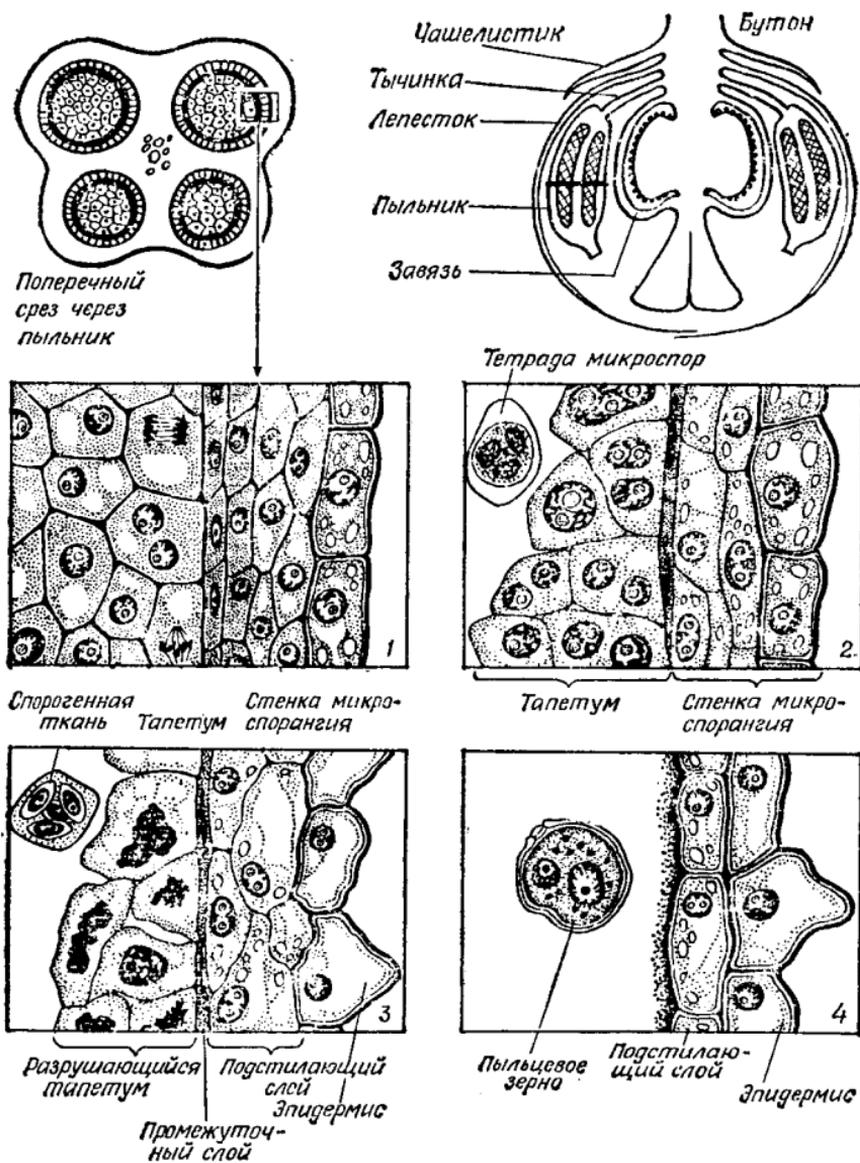


Рис. 12. Микроскопические наблюдения позволяют проследить за тем, как в тычинках грушанки из клеток спорогенной ткани после ряда их делений формируются пыльцевые зерна.

РОЖДЕНИЕ НЕВИДИМОК

Следует снова вернуться мыслью к папоротникам. Когда-то они задали нашим внимательным предкам первую загадку, так как были во всем, на первый взгляд, похожи

на прочие растения и в то же время никто не видел их цветения. Бессильные найти точное, научное объяснение этому явлению, предки дали ему объяснение поэтическое, придумав легенду о цветке Ивановой ночи. Но с той поры, как наука, отыскав заростки папоротников и открыв у них чередование поколений, опровергла легенду, возникла вторая загадка. На этот раз она относилась к цветковым растениям и спрашивала, как же у них происходит смена полового и бесполого поколений.

Для того чтобы ответить на нее, потребовался великий и скрупулезный труд ботаников, проследивших, как развиваются мужские и женские генеративные органы растений, как образуются в них пыльца и зародышевые мешки.

Итак, в предыдущем разделе мы оставили тычинку, начавшую развиваться из зачатка, в самом начале ее роста. Рост продолжается далее, причем клетки чаще делятся и активнее растягиваются по длине бугорка, чем поперек него.

Спустя некоторое время рост тычинки в длину приостанавливается и ее вершинная область начинает «разбухать», утолщаться. Это означает, что развитие тычинки вступает в стадию образования пыльника. На каком-то этапе этой стадии, когда становятся различимыми зачаток пыльника и топкая, несущая его часть, называемая тычиночной нитью, в определенных местах самого пыльника закладываются спорангии, или, иначе, пыльцевые гнезда. Чаще всего их бывает четыре — это почти правило. Реже — два. И совсем уж редко — один или более четырех.

По мере развития спорангиев (если их четыре) пыльник принимает четырехлопастную форму и те клетки его, что расположены в центре каждой из лопастей под поверхностным слоем, начинают делиться. Но перед этим они несколько увеличиваются в размерах и их цитоплазма становится более густой, чем ранее и чем цитоплазма окружающих клеток. Делятся эти центральные клетки (их называют археспоральными) в направлении, строго параллельном поверхности пыльника. Наружу, в сторону поверхностного слоя, отделяются клетки, которые впоследствии образуют стенку спорангия. Внутрь уходят клетки спорогенной ткани. После нескольких обычных митотических делений они делятся два раза мейотически. В результате образуются четыре пыльцевых зерна,

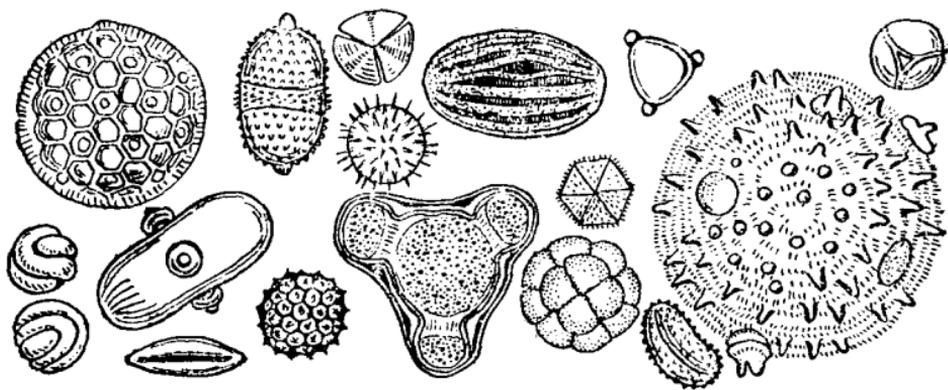


Рис. 13. Разнообразие форм и размеров пыльцевых зерен.

каждое из которых имеет количество хромосом, уменьшенное вдвое. Сразу после образования пыльцевые зерна начинают вести себя очень агрессивно: поглощают капли стенок спорангия, расположенные вокруг, и усиленно растут.

В период созревания пыльцевых зерен происходит еще одно или два митотических деления ядер. В результате первого образуются большая вегетативная клетка и маленькая генеративная. Последняя словно плавает в цитоплазме первой. Вегетативная клетка далее не делится, а генеративной предстоит еще одно деление, в итоге которого образуются два спермия. Зрелое пыльцевое зерно становится таким образом трехклеточным. Как правило, это происходит уже после того, как пыльцевое зерно попадает на рыльце — принимающий пыльцу аппарат женских генеративных органов.

Пыльцевое зерно — это мужской в будущем гаметофит — половое поколение цветкового растения, «папа» того растения, которое разовьется в будущем из семени. С момента образования пыльцевого зерна жизнь его можно и следует рассматривать как особую, хотя какое-то время она еще течет внутри тканей материнского растения — спорофита.

Внешняя оболочка созревшего пыльцевого зерна может быть гладкой, более или менее шероховатой или, наконец, липкой. Это зависит от способа опыления у тех или иных цветков. Пыльца может распадаться на отдельные пыльцевые зерна, но часто тетрады не распадаются, так и переносятся при опылении вместе.

Размеры пыльцевых зерен у разных растений очень различны. У платана, например, пыльца столь мелка, что

не различима простым глазом. Самая крупная пыльца у мальвы и тыквенных — размер каждого зерна достигает нескольких десятых миллиметра. Различно и количество пыльцы в пыльниках разных видов растений: у одних образуются лишь сотни и даже десятки пыльцевых зерен, у других — тысячи, а у третьих в каждом пыльнике астрономическое число их — несколько миллионов. Неодинакова и жизнеспособность пыльцы. У большинства злаков она сохраняет способность к прорастанию на рыльце жепского цветка лишь в течение 1—3 дней, а у некоторых орхидных — даже до 178 дней. Еще более высока жизнеспособность пыльцы у финиковой пальмы — она сохраняется в течение почти целого года. В странах, где культивируется эта пальма, издавна знают о замечательном свойстве ее пыльцы, поэтому в давние времена она служила предметом оживленной торговли.

Проследив образование пыльцевых зерен, мы можем далее перейти к ознакомлению с тем, как развиваются семяпочка и женский гаметофит.

На первых порах плододлистки — так называются женские органы цветка, в которых впоследствии образуются семяпочки, — развиваются примерно по тому же плану, как и тычинки, то есть сначала они представляют собой бугорок из однородных клеток образовательной ткани. Но затем плододлистки у большинства покрытосеменных растений в той или иной мере срастаются в единый орган — завязь. (Иногда завязь может быть образована всего лишь одним плододлистиком.) Верхушка ее вытягивается и разрастается, образуя столбик и рыльце. Во внутренней полости самой завязи начинается развитие женских спорангиев — семяпочек. Строение их у покрытосеменных растений отличается большим разнообразием. Есть особенности и в развитии семяпочек. Рассказывать об этом процессе лучше всего на конкретном примере.

В качестве примера возьмем грушанку — частое и обыкновенное растение лесов средней полосы Европейской части Советского Союза.

Семяпочка, как ранее сам плододлистик, начинается с небольшого бугорка из однородной образовательной ткани. Вскоре после зарождения бугорка вершина его вследствие направленного деления клеток и неравномерного их роста начинает изгибаться. В то же время в верхней части зачатка семяпочки одна из клеток на некоторое время

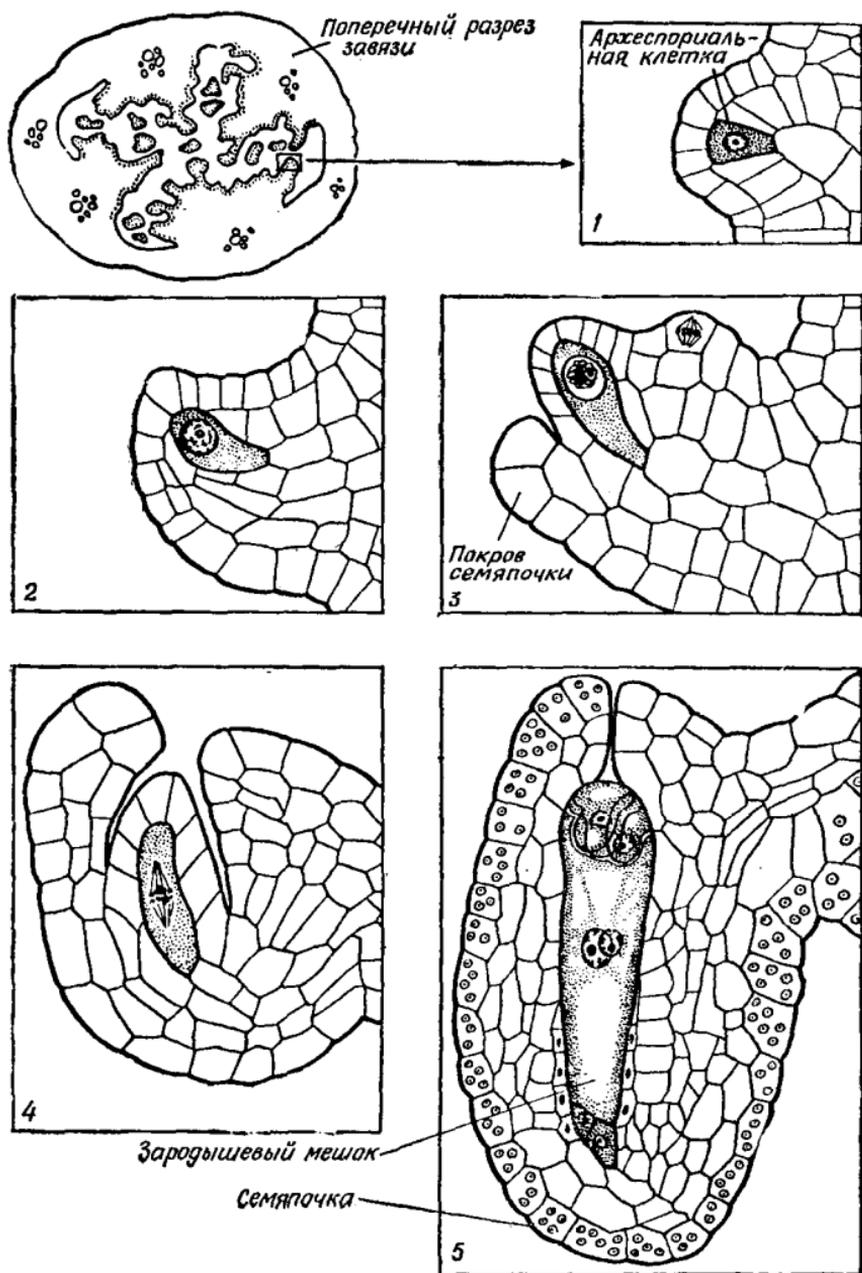


Рис. 14. Так формируется в цветке семяпочка с зародышевым мешком. Вначале это был просто бугорок из клеток однородной образовательной ткани, среди которых обособилась одна — археспориальная.

теряет способность к делению, быстро увеличивается в размерах и заполняется густой цитоплазмой. Это — археспориальная клетка. Именно она даст впоследствии начало новому поколению.

У грушанки в женском спорангии, в отличие от мужского, закладывается только одна археспориальная клетка. Вскоре она превращается в материнскую клетку женских спор. Ядро ее испытывает ряд сложных превращений, и, наконец, после двойного (1-е — мейотическое, 2-е — митотическое) деления из материнской клетки образуется тетрада — четыре лежащие либо друг за другом, либо Т-образно женские споры.

В конечном итоге семяпочка изгибается столь сильно, что верхний ее конец направляется теперь уже к тому месту, где некогда возник первоначальный бугорок. Внешний покров одевает тело семяпочки таким образом, что над ее вершиной остается только небольшой канал — микропиле, или пыльцевход. Впоследствии, когда будет совершаться процесс оплодотворения, через этот канал в семяпочку проникнет пыльцевая трубка со спермиями.

В мужском спорангии все споры имеют равные возможности для развития. В женском же такую возможность получает лишь одна из четырех спор. Вскоре после завершения редукционного деления эта «избранница» начинает ускоренно расти. Три другие, напротив, постепенно разрушаются, и продукты их разрушения использует растущая спора, так же как и многие клетки окружающей ее ткани.

Жепский гаметофит, развивающийся из женской споры, носит в эмбриологии растений название зародышевого мешка.

Но прежде чем перейти к описанию его развития и строения, следует напомнить, что нами был рассмотрен лишь один вариант развития семяпочки. Возможны и другие. Например, микропиле в процессе развития поворачивается на 360° , и семяпочка становится в конечном итоге как бы снова прямой. Случается и так, что в теле семяпочки возникает не одна, а две или даже целая группа археспориальных клеток. Развитие их протекает обычно на основе конкуренции, и та, что в силу каких-либо обстоятельств вырывается вперед, угнетает и поглощает своих «сестер». Есть и иные особенности «биографии» семяпочек.

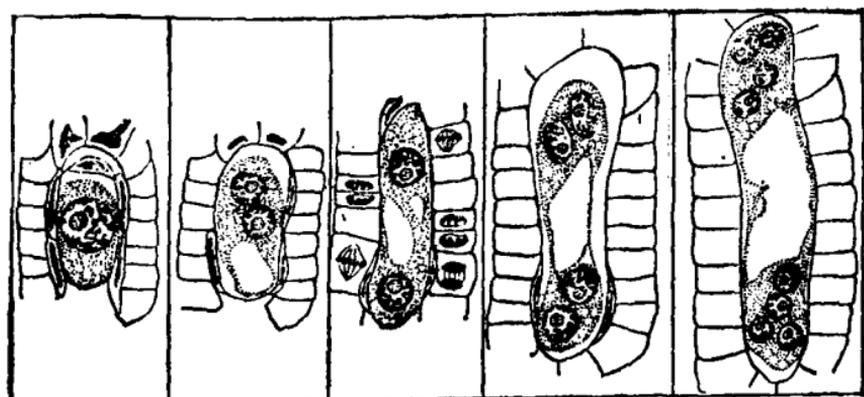
Но перейдем к развитию зародышевого мешка.

В женской споре начинается деление ядра, по своеобразное — оно не сопровождается образованием клеточных оболочек. После первого деления дочерние ядра расходятся к полюсам клетки. Каждое из дочерних ядер делится еще два раза. В конечном итоге образуется восьмиядерная клетка с четырьмя ядрами у каждого из ее полюсов. Кстати, полюса эти имеют свое название. Ближайший к микропиле именуется микропиллярным, далее отстоящий — халазальным. На халазальном полюсе три ядра одеваются оболочками. Формируются три одинаковые клетки. Четвертое ядро вместе с одним из ближайших ядер микропиллярного полюса образуют новую двухъядерную клетку — центральную клетку развивающегося зародышевого мешка, которой в будущем уготовлена особая роль. Три остальных ядра микропиллярного полюса также одеваются оболочками и все вместе составляют так называемый яйцевой аппарат. При этом две из сестринских клеток приобретают сходную форму, а третья отлична от них: она превращается в женскую половую клетку — яйцеклетку.

Таким образом конечная структура зародышевого мешка включает в себя следующие компоненты: яйцеклетку, две сестринские клетки, называемые синергидами, центральную двухъядерную клетку и три одинаковые клетки в халазальном полюсе — антиподы. Синергиды и центральная клетка в дальнейшем принимают участие в оплодотворении и последующем развитии зародышевого мешка. Антиподы же берут на себя снабжение зародышевого мешка питательными веществами.

Столь обстоятельное знакомство с развитием и структурой зародышевого мешка необходимо нам для того, чтобы в дальнейшем перейти к описанию святой-святых интимной жизни растения — процессу двойного оплодотворения. Знакомясь с описанным развитием, следует постоянно помнить, что речь идет в данном случае не о становлении одного из органов растения, а о жизни в тканях растения особого, в сущности, организма — гаметофитного поколения, «мамы» того проростка, который появится в будущем из семени.

Подчас гаметофит развивается иным путем. У некоторых растений редуccionное деление материнской клетки женских спор в семяпочке не идет до конца: ядро клетки

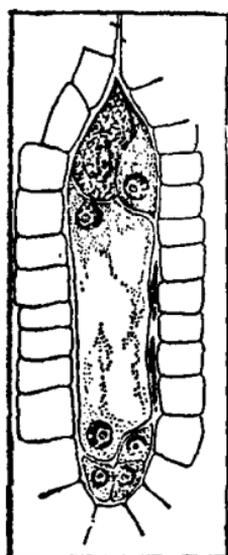


Одноядерный зародышевый мешок

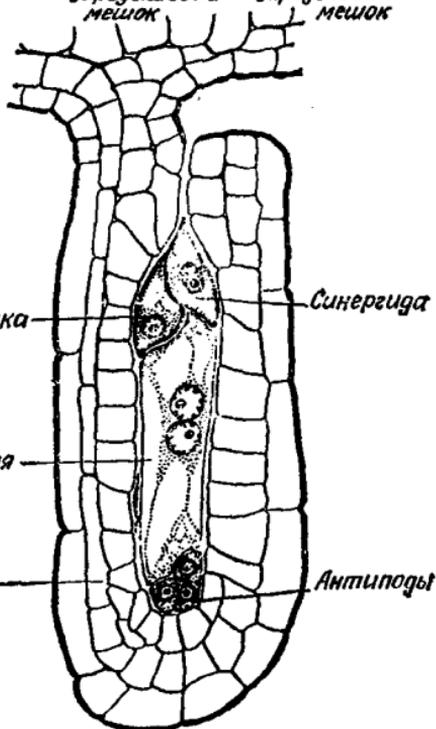
Двухядерный зародышевый мешок

Четырехядерный зародышевый мешок

Восьмиядерный зародышевый мешок



Молодой сформированный зародышевый мешок



Зрелый зародышевый мешок в семязпочке

Рис. 15. В тканях цветка скрыто протекает своя, особенная жизнь гаметофита — полового поколения растения. Развиваясь от одноядерной клетки до семиклеточного и восьмиядерного образования, формируется и подготавливается к двойному оплодотворению зародышевый мешок — гаметофит грушанки.

Но перейдем к развитию зародышевого мешка.

В женской споре начинается деление ядра, но своеобразное — оно не сопровождается образованием клеточных оболочек. После первого деления дочерние ядра расходятся к полюсам клетки. Каждое из дочерних ядер делится еще два раза. В конечном итоге образуется восьмиядерная клетка с четырьмя ядрами у каждого из ее полюсов. Кстати, полюса эти имеют свое название. Ближайший к микропиле именуется микропилярным, далее отстоящий — халазальным. На халазальном полюсе три ядра одеваются оболочками. Формируются три одинаковые клетки. Четвертое ядро вместе с одним из ближайших ядер микропилярного полюса образуют новую двухъядерную клетку — центральную клетку развивающегося зародышевого мешка, которой в будущем уготовлена особая роль. Три остальных ядра микропилярного полюса также одеваются оболочками и все вместе составляют так называемый яйцевой аппарат. При этом две из сестринских клеток приобретают сходную форму, а третья отлична от них: она превращается в женскую половую клетку — яйцеклетку.

Таким образом конечная структура зародышевого мешка включает в себя следующие компоненты: яйцеклетку, две сестринские клетки, называемые синергидами, центральную двухъядерную клетку и три одинаковые клетки в халазальном полюсе — антиподы. Синергиды и центральная клетка в дальнейшем принимают участие в оплодотворении и последующем развитии зародышевого мешка. Антиподы же берут на себя снабжение зародышевого мешка питательными веществами.

Столь обстоятельное знакомство с развитием и структурой зародышевого мешка необходимо нам для того, чтобы в дальнейшем перейти к описанию святой-святых интимной жизни растения — процессу двойного оплодотворения. Знакомясь с описанным развитием, следует постоянно помнить, что речь идет в данном случае не о становлении одного из органов растения, а о жизни в тканях растения особого, в сущности, организма — гаметофитного поколения, «мамы» того проростка, который появится в будущем из семени.

Подчас гаметофит развивается иным путем. У некоторых растений редукционное деление материнской клетки женских спор в семязпочке не идет до конца: ядро клетки

делится не два раза, а один; образуются не четыре, а две женские споры; в зародышевый мешок превращается только одна из этих двух дочерних клеток. Структура зародышевого мешка также бывает отличной от описанной выше «классической» — он может состоять не из 8, а, например, из 4 или 16 ядер; клеток-антипод тоже может быть значительно больше, чем три... Но не стоит перечислять эти отклонения далее. В каждом из таких случаев есть или может быть найдено свое объяснение факту. Оно, это объяснение, базируется на особенностях происхождения, образа жизни или развития того или иного конкретного растения, и рассказ о каждом из подобных случаев увел бы нас слишком далеко в сторону. Поэтому ограничимся лишь сказанными выше несколькими строчками да еще восхищенными словами героя крыловской басни:

«Куда на выдумки природа таровата!..»

РАСТЕНИЯ-ИЗОБРЕТАТЕЛИ

Появление в процессе эволюции разнообразных способов опыления при помощи ветра, насекомых и иных посредников помогло цветковым растениям, ведущим прикрепленный образ жизни и лишенным, естественно, возможности непосредственной встречи с партнером в браке, приспособиться к жизни на суше. И не просто приспособиться, а постоянно эволюционировать, совершенствоваться и завоевать всю сушу планеты.

Нам хотелось бы поэтому, чтобы читатель отнесся ко всему, что написано ниже, не просто как к перечислению любопытных или оригинальных механизмов опыления, а рассматривал их, во-первых, с эволюционной точки зрения, а во-вторых, с экологической — в совокупности и гармонии со средой, в которой обитают растения.

ЦВЕТОК ПОД ДОЖДЕМ

Есть истины, которые непреложностью своей подчас словно загораживают то или иное явление от нашего пристального взгляда. Мы, например, слишком хорошо знаем, что красивые и нежные лепестки цветка привлекают насекомых, которые переносят пыльцу с цветка на цветок и тем самым способствуют опылению растений. И чаще всего удовлетворяемся этим, не задумываясь далее...

Но только ли для привлечения насекомых служит венчик цветка?

Нет. Есть у него и другие функции. В частности, защита пыльцевых зерен от излишнего увлажнения. Ведь пыльца очень нежна.

Правда, в некоторых географических районах, иногда очень обширных, цветкам нет надобности в особых приспособлениях, защищающих пыльцу от влаги. В бразильских пампасах, в африканских саваннах или в южноавстралийских степях дождливые сезоны сменяются сухими с той же неперменной закономерностью, как у нас зима сменяется летом. Растения там защищают пыльцу просто тем, что зацветают в сухой период года. И потому у обитающих в этих районах эвкалиптов, мимоз и многих других растений в цветках нет механических приспособлений для защиты от влаги.

Но не менее обширны на земном шаре области, где период цветения растений приходится как раз на то время, когда атмосферные осадки выпадают в изобилии. Это относится, например, почти ко всей Европе (исключая лишь юго-восточные ее районы). Растения во время цветения здесь часто смачиваются дождем или росой, окутываются влажным туманом. А порою они неделю и более ожидают наступления солнечной погоды, при которой выбираются из своих убежищ спрятавшиеся от дождя пчелы, бабочки и другие насекомые-опылители. Конечно же, в таких условиях в цветке становятся жизненно необходимыми приспособления, защищающие пыльцу. Причем, они не должны быть помехой для распространения пыльцы ветром или для посещений цветка насекомыми.

Напротив, очень часто одни и те же приспособления служат в дождливую погоду для защиты пыльцы, а в сухую способствуют ее распространению.

Иногда прикрытие создается непосредственно над пыльцой. В других случаях защищается целая группа цветков. Защитную функцию могут выполнять как органы самого цветка, так и всего растения: видоизмененные стенки пыльников, рыльца, кроющие листья и прицветники, а подчас даже просто зеленые листья.

Присмотритесь, например, к лиле в пору ее цветения. Цветки ее располагаются так, что к моменту раскрытия пыльников плоские широкие листья дерева служат им надежной крышей.

У бананов цветки ко времени созревания пыльцы оказываются защищенными большими прицветниками. Впоследствии, когда пыльца будет израсходована и надобность в ее защите минует, растение сбросит их.

Круглые желтые цветки купальницы европейской тоже почти ежедневно подвергаются действию дождя или росы. Между тем ее пыльца никогда не отсыревает. Дело в том, что пыльники цветка у нее совершенно закутаны лепестками, располагающимися на оси соцветия в спиральном порядке. Насекомые, охотно посещающие богатые нектаром цветки, должны каждый раз пробивать достаточно плотный покров, образованный перекрывающимися друг друга верхними лепестками. Пчелы проделывают это легко, так как лепестки достаточно гибки. Но капли дождя не могут проникнуть внутрь цветка, а скатываются с его поверхности.

Замкнутые покровы вокруг тычинок образуют и лепестки хохлатки, кальцеолярий, льнянки, львиного зева.

У таких растений, как жирянка, погребок, марьяник, цветки расположены наклонно к земле и пыльца их оказывается таким образом защищенной частью венчика, расположенной над тычинками.

Иногда, хотя и очень редко, встречаются случаи защиты пыльцы рыльцами цветка. Из таких растений можно назвать ирис. Рыльце у него расщеплено на три лопасти, к нижней, слегка вогнутой стороне которых тесно прилегают пыльники. Лопастные оказываются для них очень эффективной защитой: даже в самый сильный дождь на рыльце не попадает ни капли воды.

Цветки флоксов и примул лишены какого бы то ни было прикрывающего свода. Раскрытый вход в цветок смотрит у них прямо вверх. Казалось бы, первая же капля дождя неминуемо проникнет внутрь и намочит пыльники. Но пыльца всегда остается сухой. Дело в том, что у входа в цветок сросшиеся лепестки образуют очень узкую трубку, устье которой к тому же защищено щетинками или мозолистыми вздутиями. Первая же капля дождя задерживается в этом устье и закрывает выход воздуху, заполняющему цветочную трубку. Ну, а давление этого воздуха не позволяет ни первой, ни последующим каплям проникнуть внутрь. Опылению же устье цветочной трубки не препятствует: насекомые очень просто могут запустить внутрь цветка свои хоботки.

Существуют растения, у которых цветки на время дождя или в преддверии росистого вечера складывают свои лепестки или кроющие листья таким образом, что над пыльниками и пестиком образуется замкнутый свод.

Именно так защищают пыльцу «закрывающиеся» на ночь одуванчики, цветки шафрана, пионов, роз, кувшинок и многих других растений.

В дождливую и сырую погоду такие цветки редко раскрываются, ведь все равно большинство насекомых, ищущих нектар, прячется в это время в укрытие.

Следует уточнить, что упомянутые одуванчики имеют не единственный цветок, а множество их, собранных воедино. Соцветие такого типа, называемое корзинкой, характерно для семейства сложноцветных. Так же, как и у одуванчика, закрывается на ночь или в дождливую погоду корзинка календулы — декоративного цветкового растения, именуемого в народе за своеобразную форму семян поготками. Срединные цветки в корзинке календулы трубчатые и не в состоянии сами защитить себя. Эту функцию выполняют краевые язычковые цветки и кроющие листья соцветия. В плохую погоду лепестки краевых цветков приподнимаются и склоняются над срединными трубчатыми цветками, образуя своей совокупностью полный копус. Примечательно, что длина лепестков краевых цветков находится в строгом соответствии с диаметром корзинки, ведь это соответствие прямо вытекает из их защитной роли.

Движения лепестков происходят в большинстве случаев сравнительно медленно: чтобы раскрыться или закрыться, цветку нужно 45—50 мин. Однако у некоторых растений эти движения совершаются достаточно быстро. Например, у некоторых альпийских горечавок иногда в течение часа можно наблюдать несколько раскрытий и смыканий лепестков. Луч солнца словно пробуждает закрытый цветок ото сна. Он распускается. Но лишь только солнце спрячется за облака, лепестки цветка внезапно скручиваются и замыкают цветок, образуя над ним полный копус.

Иногда растения защищают пыльцу, соответствующим образом изгибая цветоножку. Так, у многих колокольчиков закрытые цветочные почки обращены к небу. Но лишь только цветок распускается, цветоножка его изгибается и цветок свешивается вниз так, что копус колокольчика становится куполом, защищающим тычинки от падающего сверху дождя. Когда пора цветения кончается, цветоножка часто распрямляется вновь, удерживая в том же, что и закрытый бутон, положении созревающие плоды.

У ряда растений с кистевидными соцветиями в период цветения изгибаются не цветоножки, а сами оси соцветий, так что вся кисть свешивается вниз и пыльники оказываются словно подвешенными под крышей из лепестков цветка. Такой механизм можно наблюдать у соцветий черемухи, барбариса, лавровишни.

Интересно, что движения частей цветка происходят чаще всего не тогда, когда ненастье уже наступило, а заранее. Растение словно предчувствует приближение дождя. Это обстоятельство позволяет наблюдательным натуралистам и сельским жителям «читать» показания зеленых барометров и говорить о надвигающемся ненастье.

Некоторые растения наших лугов ведут себя так, словно никакие перемены в погоде их не тревожат. Цветки имеют одинаковый вид и в дождь и в ведро. Можно подумать, что они вовсе не заботятся о защите своей пыльцы от влаги. Но это впечатление обманчиво. Просто приспособления для защиты пыльцы от сырости не бросаются у них в глаза. Роль защитников пыльцы выполняют в данном случае сами пыльники. Раскрываясь в сухую погоду, они в росистые ночи или в дождливые дни вновь замыкают отверстия, через которые выпадает пыльца. Такое приспособление можно найти у подорожника или манжетки.

Интересно отметить, что у одного и того же растения одновременно могут сочетаться несколько способов защиты пыльцы как бы подстраховывающие друг друга. У многих ветрениц, лютиков, перелесок и кислиц в ненастную погоду складываются лепестки, закрывая тычинки, а вместе с тем изгибаются и цветоножки, наклоняя вниз цветок. Так же и у маргаритки: не только краевые язычковые цветы образуют крышу над соцветием корзинкой, но и стебелек, несущий соцветие, наклоняется так, что корзинка поникает.

Наконец, следует упомянуть о том, что приспособления, защищающие пыльцу, могут «по совместительству» выполнять и другие функции в цветке. Так, во многих случаях при закрытии цветка, при смыкании лепестков его пыльца не только защищается от наружной влаги, но и переносится с тычинок на рыльце пестика — происходит самоопыление. Целесообразность этого очевидна: цветок закрывается в преддверии ненастья, которое может продлиться долго.

ЦВЕТКИ И НАСЕКОМЫЕ. ОКРАСКА ЦВЕТКА И ЗАПАХ

Конечно, пчелы и бабочки, мухи и прочие насекомые посещают цветки не ради того, чтобы способствовать их опылению. У насекомых здесь свои корыстные интересы. Какие же именно?

Прежде всего насекомых привлекает к цветку пыльца — питательный, высококалорийный продукт, в изобилии содержащий белки, углеводы, жиры и витамины и в какой-то мере сравнимый с черной или красной икрой. Пчелы собирают ее в огромных количествах для выкармливания потомства. Мухи, жуки и масса других насекомых сами лакомятся пыльцой. Отсюда понятно, почему во многих цветках пыльца образуется в количествах, намного больших, чем это действительно нужно для опыления.

Привлечение насекомых пыльцой — это, очевидно, древнейшее приспособление к опылению с помощью посредников. Орхидеи, у которых есть железки, вырабатывающие воск, привлекают насекомых иным способом: поставляют строительный материал для гнезд. Пчелам-портным для своих построек нужен еще более оригинальный материал — лепестки некоторых цветков. А соцветие инжира может само стать отличным гнездом для тех ос, которые откладывают яички в завязи его цветков. Появившиеся личинки находят здесь самые благоприятные условия для своего развития.

Но в настоящее время эти способы перестали быть главными. На первое место вышло притягательное для насекомых наличие в цветке нектара.

Трудно проследить, как, когда и почему на каком-то этапе эволюции цветка появилось свойство производить нектар. Принято считать, что эта богатая сахарами жидкость выделяется особыми, специфическими образованиями — **нектарниками**.

Нектарники могут располагаться в самых разных частях цветка. Например, у лилий они находятся на верхней стороне лепестков, у присов — в их основании, у любки двулистной — в шпорце, а у трубчатых цветков очель часто размещаются у основания тычинок или на завязи. Такая разнохарактерность в расположении нектарников не случайна. В каждом случае она связана с тем или иным способом опыления и соответствующей ему конструкцией

цветка. Обычно нектарники расположены так, что при каждой попытке добыть сладкий сок насекомые вынуждены платить растению своеобразную дань: уносить или, наоборот, приносить на своем тельце пыльцу и производить опыление.

Интересно, что и качество и количество нектара заметно изменяется в разные периоды цветения. Это зависит, конечно, от того, насколько цветок подготовлен к опылению. Многие цветки вырабатывают нектар только в определенное время суток. Поэтому пчелы, например, в разные часы посещают цветки разных растений.

Нектар, как и пыльца, — необходимое, но еще не вполне достаточное средство привлечения насекомых-опылителей, ведь сам по себе он невидим, не заметен. И потому пужен своеобразный сигнал о его наличии: ярко окрашенный или с достаточно сильным запахом цветок.

Поскольку цветки, как правило, располагаются на общем зеленом фоне, окраска их резко контрастирует с зеленым цветом. В центральных и северных областях нашей страны чаще всего можно найти белые и желтые цветки, чуть реже — красные, еще реже — синие и фиолетовые.

Кстати говоря, та или иная окраска цветка отнюдь не случайна. Дело в том, что каждый вид насекомых предпочитает определенный цвет. И окраской своей цветок привлекает не всех насекомых, а именно «своих» — тех, которые только и смогут произвести опыление его.

Так, пчелы, по утверждению специалистов, особенно предпочитают ультрафиолетово-синий цвет. (Пусть читателя не пугает это необычное сочетание красок. Необычно оно лишь потому, что для нашего глаза ультрафиолетовый цвет невидим — мы воспринимаем его как черный.) Следующими по привлекательности для пчел являются чистые, синий и фиолетовый цвета. Желтый они почти не замечают. К зеленому — равнодушны, а красный цвет их даже отпугивает. (Кстати, они не воспринимают его красным — для них этот цвет невидим, как для нас ультрафиолетовый, и пчелы видят красное черным.) Последнее, правда, не относится к чисто-пурпурным цветкам, которые могут посещаться пчелами и шмелями.

Кроваво-красные цветки привлекают бабочек и — в тропических странах Южной Америки — колибри. О том, как эти маленькие птички участвуют в опылении цветков,

мы расскажем ниже. Сейчас лишь упомянем, что растения с кроваво-красными цветками особенно многочисленны в тех местностях, где живут колибри.

Ночные бабочки особенно охотно посещают белые и бледно-желтые цветки. Это понятно — в темноте ночи наиболее различим именно белый цвет.

В привлечении насекомых могут участвовать и чашелистики. В таком случае они имеют уже не зеленую окраску, а приобретают желтые, красные и другие оттенки. Это можно увидеть у прострела, горицвета, борца. А в некоторых случаях ту же функцию привлечения опылителей выполняют верхние листья побега (например, у некоторых видов марьянника), хотя при этом и сами лепестки цветков достаточно ярко окрашены. По-видимому, у подобных растений есть необходимость в увеличении окрашенной площади, для того чтобы быть более заметными издали. Ту же цель преследует и объединение отдельных цветков в соцветие. Это очень эффективный способ, ведь, в самом деле, единичный цветок с диаметром, скажем, 3—5 мм не слишком заметен на фоне зелени, но сотни или даже тысячи их, собранных воедино, будут уже достаточно яркой приманкой. Посмотрите на ветку сирени — только множество маленьких цветков делает ее столь красивой. Многочисленные примеры того, как «ответственными» за привлечение насекомых становятся не отдельные цветки, а все соцветие в целом или, как у василька, определенные его члены, дают нам растения из семейств зонтичных и сложноцветных.

Здесь как раз уместно рассказать о растении, особо крупные соцветия которого становятся подчас причиной курьезных случаев. В Новой Зеландии встречается дикое растение гастика. Бесчисленные соцветия его собраны бугристыми массами, высота которых достигает порой полметра, а диаметр — метра. Цветки вместе с их чешуйчатыми обертками окрашены в белый цвет, поэтому на горных склонах крупные соцветия резко выделяются на фоне темных камней и почвы. Местные жители называют гастию «растением-овцой», так как издали ее соцветия можно принять за заблудившихся овец. Пастухи порой обманываются и отправляются в неблизкий поход за мнимыми беглецами из стада. Велика же бывает их досада, когда они убеждаются в ошибке.

Собирая множество мелких цветков в яркое соцветие, природа словно экономит строительный материал, идущий на их создание. Но достаточно часто встречаются и отдельные крупные цветки. Пожалуй, каждому приходилось видеть довольно большие цветки садовых пионов и восхищаться ими. А ведь их величина далеко не рекорд. Цветки произрастающих в Бразилии кирказонов достигают в диаметре 27 см. У некоторых лотосов поперечник венчика порой равен 35 см. У орхидеи с трудно произносимым латинским названием пафиоподилум лентовидные лепестки имеют иногда длину 70 см каждый. Чемпион же царства цветов — тропическая раффлезия. Диаметр ее цветка достигает метра, а масса такого цветка 10 кг и даже более!

Цветок может стать более заметным для насекомых-опылителей, более броским и оттого, что контрастно сочетается в окраске несколько тонов. Так, например, у многих кипреев на общем красном фоне цветка резко выделяется белый крест, образуемый лопастями рыльца. У вороньего глаза вокруг темно-фиолетовой завязи расположены контрастные лимонно-желтые тычинки.

Есть множество растений, у которых лепестки цветков «разрисованы» узорами, пятнами и оторочками. Обратите внимание на цветок незабудку. Вход в трубочку венчика окружен у нее желтым кольцом. Белые лепестки нарциссов окаймлены оранжевой оторочкой. А какие броские сочетания красок у цветков львиного зева, аютиных глазок, душистого горошка!

Пестрая окраска цветка служит еще одной цели: она указывает насекомому наиболее выгодный для самого растения путь к вместилищу нектара.

Интересно отметить, что цветки с крапинками и пятнами на венчике особенно охотно посещаются разными видами мух.

В корзинках сложноцветных, как правило, краевые цветки отличаются по окраске от срединных. Проще всего вспомнить, для примера, обычную нашу ромашку с белыми венчиками краевых цветков и желтизной всех остальных.

На зеленом фоне густой листвы особенно контрастно выделяются белые, желтые и красные цветки. Но фон, на котором цветут растения, отнюдь не всегда бывает зеленым. Совсем не случаен поэтому голубой цвет васильков,

ведь он так резко выделяется среди желтизны стеблей поспевающей пшеницы. Так же ярки голубые пролески на фоне опавшей листвы.

Цветки привлекают насекомых-опылителей не только окраской. Не менее действенным механизмом, осуществляющим эту задачу, оказывается запах.

Трудно сказать, почему одни цветки совсем или почти совсем не пахнут и заметны для насекомых лишь благодаря яркой окраске; другие, напротив, скромны по цвету, но испускают улавливаемый издали даже человеком аромат; третьи сочетают яркость цветка с сильным ароматом. По-видимому, каждый из двух привлекающих механизмов возник в процессе эволюции самостоятельно и лишь впоследствии в цветках в различных комбинациях сочетались и окраска и запах.

Начисто лишены запаха такие яркие и заметные цветки, как у гладиолусов, адониса, камелий, амариллисов. Из дикорастущих можно вспомнить васильки, цветки многих горечавок и некоторых видов мытника. Активно испускают ароматические вещества неброские и невзрачные цветки резеды, ландыша, гледичии, лоха, плюща. Яркие и изящные цветки роз сочетают с привлекательной окраской и приятный медовый запах. Не менее ароматны и яркие цветки левкоев, магнолий, рододендронов.

Цветки многих растений наиболее активно испускают аромат именно во время лёта опыляющих их насекомых. Так, опыляемые ночными бабочками петунии и жимолость днем пахнут очень слабо. Обильное выделение пахучих веществ начинается у них только после захода солнца и продолжается до полупочи. Совсем не пахнут днем перларгонии и многие гвоздичные, которые вечерами, привлекая мелких ночных бабочек, начинают выделять очень сильный аромат. Напротив, цветки растений, которые опыляются пчелами, шмелями или дневными бабочками, перестают испускать запах с заходом солнца. Соцветия клевера и цветки почти всех розоцветных — яблонь, груш и прочих — днем пахнут медом и окружены роем пчел. Но, как только вечером пчелы отправляются на отдых, аромат исчезает.

Различают несколько групп запахов.

К первой из них относят запахи, сходные с теми, что образуются при разложении белковых веществ. Они напо-

минают то тухлое мясо или рыбу, то запах разлагающейся павозной жижи. Тем не менее цветки многих паразитных растений, обитающих в глубине тропических лесов, пахнут именно так. И это не случайно: здесь, во влажном сумраке, царящем под пологом широколиственных деревьев, почти не водятся иных насекомых-опылителей, кроме мух, которые питаются падалью и прочими гниющими остатками. Вот и приходится цветкам приспособливаться...

Интересно, что цветки с такими неприятными, с пащей, человеческой точки зрения, запахами имеют, как правило, мясо-красную или розоватую окраску и покрыты разного рода пятнами, имитирующими очаги разложения.

Следующая группа — аминоидные запахи, примером которых может служить запах цветков боярышника или рябины. С небольшими вариациями он повторяется в цветках барбариса, бузины, калины, каштана и некоторых других. Эти запахи чаще всего привлекают больших и малых жуков, а также некоторых перепончатокрылых, например ос.

Третья группа — запахи ароматических соединений, самые приятные для человека. Не случайно эти вещества широко используются в парфюмерной промышленности. Они разнообразны и достаточно резко различимы друг от друга: в самом деле, невозможно спутать запахи сирени и гвоздик, резеды и ландыша, фиалки и гиацинта.

Цветки родственных растений могут пахнуть совершенно по-разному, и, наоборот, в совершенно разных семействах может повторяться один и тот же запах. Так, аромат гвоздики присущ многим видам паразитных растений из семейства заразиховых, азалиям и некоторым орхидеям. Запах гиацинта свойствен также смолевкам и некоторым пеларгониям. Широко распространенный запах ванили присущ гелиотропу, а помимо его с большей или меньшей силой встречается у полевого вьюнка, некоторых видов ясенников, у альпийских орхидей и многих других цветков. Почти неповторим запах ландыша, монополизированный этим цветком. Напротив, запах фиалок распространен очень широко и встречается у левкоев, нильской кувшинки, у некоторых горечавок. В семействе волчпиков цветки одного из видов пахнут сиренью, другого — ванилью, третьего — фиалкой, а четвертого — гвоздикой.

Однако насекомых не смущает обилие ароматических запахов. Они их хорошо различают, и поэтому каждый запах имеет своих «поклонников». Запах гиацинта особенно привлекателен для маленьких совок и шелкопрядов, а пахучие цветки жимолости посещаются почти исключительно крупными сумеречными бабочками.

К особой группе относятся специфические, неповторимые у других видов растений, запахи цветков липы, валеарианы, винограда, паслена и цинонов.

Последняя группа — терпеноидные запахи. Вещества, обладающие этим ароматом, образуются обычно в железистых волосках или в особых вместилищах, которые располагаются как на органах цветка, так и на листьях или стеблях. К терпеноидным ароматам относится характерный запах цитрусовых, а также запахи лаванды, тимьяна и некоторых магнолий.

Нередко из одного цветка выделяются два запаха. Как правило, вторым примешивающимся к специфическому аромату цветка является медовый запах нектара.

Все сказанное имеет, на первый взгляд, лишь чисто умозрительный, чуть ли не праздный интерес. Но не будем доверяться первому взгляду. Ведь вполне возможно, что более глубокое, более пристальное изучение вопроса, какие цветки и какие запахи особенно привлекательны для тех или иных видов насекомых, может внести существенный вклад в дело борьбы с насекомыми — вредителями сельскохозяйственных культур. И, может быть, окажется целесообразным выделить среди полей один или несколько небольших участков под цветы-приманки, которые во время цветения привлекут массу вредных для возделываемых культур насекомых. Тогда даже однократная обработка этих «участков-ловушек» ядохимикатами потребует меньшей затраты сил и средств и существенно снизит численность вредителей. А главное — удар будет нанесен избирательно, преимущественно по «вредным» видам насекомых. «Полезные» же, обитающие по всему массиву полей, окажутся вне зоны действия ядохимикатов.

ЦВЕТКИ И НАСЕКОМЫЕ. КОНСТРУКЦИЯ ЦВЕТКА

В предыдущей главе мы рассказали о том, как цветок привлекает насекомых-опылителей, причем именно тех, помощь которых ему необходима.

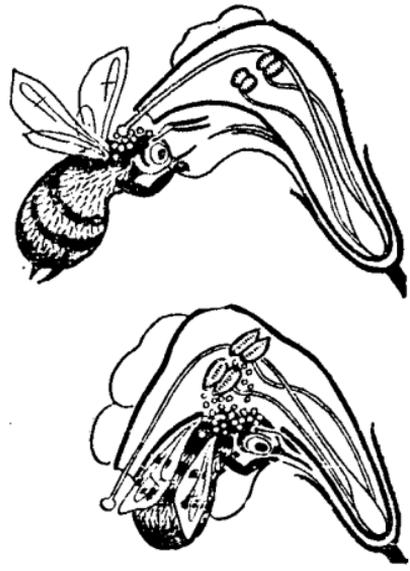
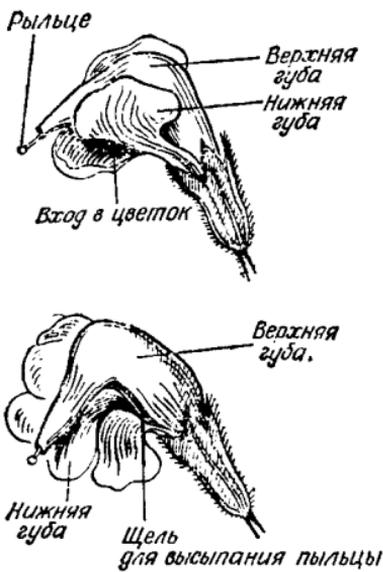


Рис. 16. Цветок мытника в начале созревания манит к себе насекомых-опылителей, но не пускает к хранилищам нектара. Попытки шестиногих кончаются лишь тем, что пыльца, принесенная ими с других цветков, попадает на высунувшиеся из венчика рыльце. Созрели пыльники — теперь насекомые могут полакомиться, но за это нагружаются пылью. Есть у цветка и запасной вариант: если не произошло перекрестного опыления, пыльца просыпается на собственное рыльце.

Не менее интересно познакомиться с механизмами, которые обеспечивают непрерывную «загрузку» пылью насекомых, прилетевших к цветку за нектаром, и столь же обязательную «разгрузку» их в другом, опыляемом цветке. Конструкций подобных механизмов — неисчислимо множество. Не задаваясь невыполнимой целью рассказать о каждом из них, мы все-таки не можем удержаться от соблазна рассказать о некоторых.

Начнем с мытника — растения, относящегося к семейству губоцветных и имеющего соответствующей неправильной формы цветок. Тычинки его сложены вместе и таким образом, что пыльники оказываются в узкой шлемообразной верхней губе венчика. Отогнутая нижняя губа служит для насекомого посадочной площадкой. Обычные опылители мытника — шмели. Чтобы достать глубоко спрятанный нектар, им приходится с силой протискивать голову внутрь цветка. Они неизбежно расширяют щель верхней губы. При этом пыльники трутся друг о друга и

порошкообразная пыльца сыплется прямо на голову насекомого. Конечно же, шмель не испытывает от этого никаких неудобств: забрав нектар из одного цветка, он летит к следующему. Рыльце пестика у цветка мытника выступает из-под верхней губы так, что при первой же попытке проикнуть в цветок шмель непременно касается его своей обсыпанной пылью головой. Пыльца прилипает к липкой поверхности рыльца. Так совершается опыление — тот краткий акт, для осуществления которого предназначено все «оснащение» цветка: нектар, окраска, запах и, наконец, сложные конструктивные формы его.

Цветки паразитного растения, носящего название петров крест, имеют венчик с глубокорассеченными верхней и нижней губами, которые, однако, плотно прилегают друг к другу и образуют подобие трубки. Пыльники этого цветка опущены длинными волосками, а пыльца в них рыхлая, сыпучая. Насекомые, посещающие цветок (обычно это те же шмели), непременно задевают волоски, и пыльца сыплется на них. Пыльца «своего» цветка может попасть и на рыльце, но это не страшно — самоопыления не произойдет. Рыльце здесь созревает раньше, чем пыльники, и к моменту, когда «своя» пыльца становится сыпучей, цветок, как правило, бывает уже опылен «чужой» пылью.

В цветке ятрышника — лесного растения из семейства орхидных — три внешних члена околоцветника отогнуты назад, а из внутренних два (верхние) образуют шлем, третий же (нижний) — разделенную на доли губу. К моменту распускания цветка верх и низ меняются местами — цветок поворачивается по отношению к цветоложу на 180° . Бывшая нижняя губа оказывается сверху и, словно крыша, прикрывает колонкообразный гинецей — пестик, сросшийся с единственной тычинкой. Причем сростается только столбик, рыльце остается свободным. Оно имеет три лопасти и располагается под пыльником. Две боковые лопасти воспринимают пыльцу, а средняя представляет собой мешочек с двумя липкими дисками, к которым присоединяются стержнями из затвердевшей слизи половинки пыльника. Пыльца у ятрышника соединена в большие массы — поллинии. Поллиний вместе со стержнем и диском называют поллинарием. Насекомое (обычно шмель или пчела), забираясь в цветок в поисках

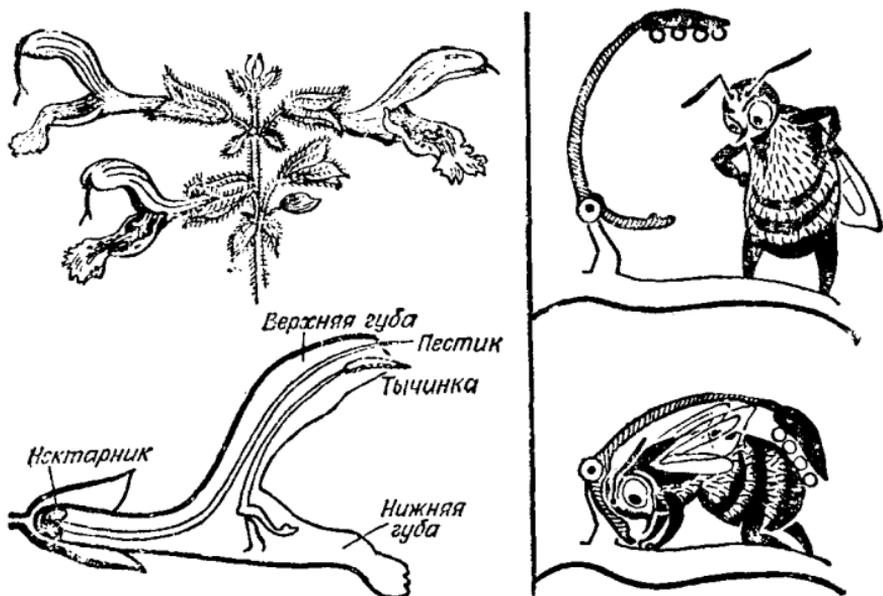


Рис. 17. В цветке шалфея загрузка насекомых пыльцой производится при помощи рычажного механизма.

пектара, почти неизбежно задевает диски, которые приклеивают к его голове поллинии.

Насекомое уносит поллинии из цветка. Пока оно летит, стержни успевают подсохнуть. В результате поллинии загибаются вниз и, когда насекомое посещает новый цветок, они точно входят в углубления лопастей рыльца, покрытые клейким веществом.

Перечисленные приспособления не исчерпывают всей сложности, всей «хитроумности» приспособлений к опылению.

Непрерывным учебником каждого инженера-конструктора является толстый том под названием «Детали машин», в котором описаны элементы, из которых складывается каждая машина: кулачки и шестерепки, храповики и мальтийские кресты. Пожалуй, если бы собрать типовые конструктивные схемы устройств, с помощью которых в цветках обеспечивается надежность опыления, то подобная книга была бы не менее толстой и тоже могла бы пригодиться конструкторам.

Один из частных в цветках механизмов для «нагрузки» пыльцой насекомых-опылителей — рычажный. Примером его может служить тот, что имеется у шалфея. Цветки этого растения сидят на соцветии горизонтально.

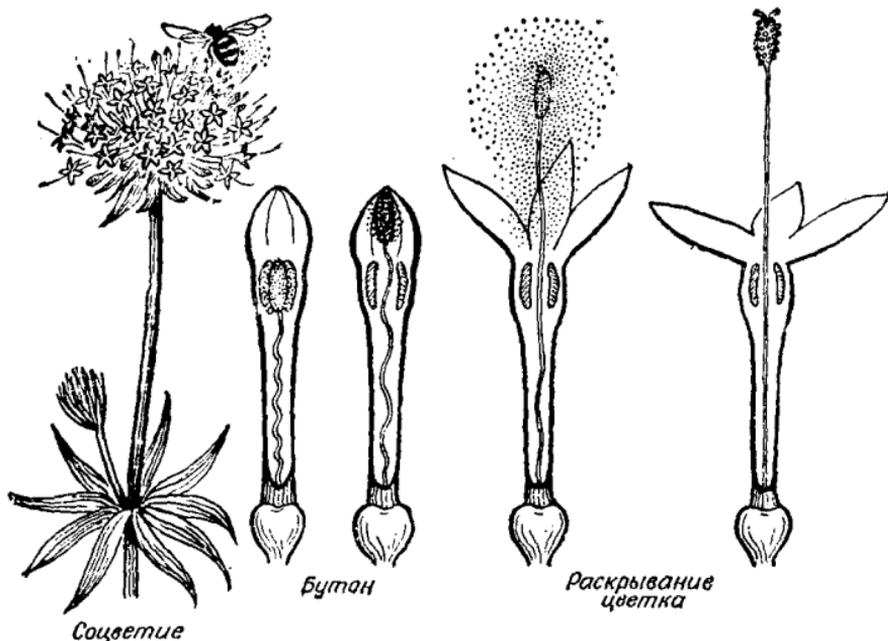


Рис. 18. Напряженная «пружина» пестика в созревающем цветке круцианеллы готова распрямиться при легчайшем прикосновении или даже от колебания воздуха при полете насекомого. Цветок словно взрывается. Пестик сбивает с созревших тычинок пыльцу, которая облачком повисает в воздухе и садится на тело летящего мимо насекомого.

Нижняя губа их служит очень удобной посадочной площадкой для шмелей. Отсюда насекомое начинает свой путь внутрь цветка, к нектару. Но на его дороге встает своеобразный шлагбаум. По бокам входа в цветок располагаются две тычинки. Короткая и твердая нижняя часть каждой тычинки является одним плечом рычага, а длинная дугообразная нить, на которой качается пыльник, другим. Оба плеча сочленены так, что движение рычага возможно лишь в одной плоскости. Шмель, пытающийся проникнуть внутрь цветка, ударяет по нижнему плечу рычага. Естественно, что верхнее при этом опускается вниз и пыльники пачкают пыльцой спинку насекомого. При посещении другого цветка шмель задевает спиной его рыльце, опущенное вниз и тоже «стерегущее» насекомое на дороге к хранилищу нектара.

В соцветиях головках клевера венчик каждого цветка состоит из «лодочки», «паруса» и двух «весел». Первые две детали часто срастаются у основания в единую трубку.

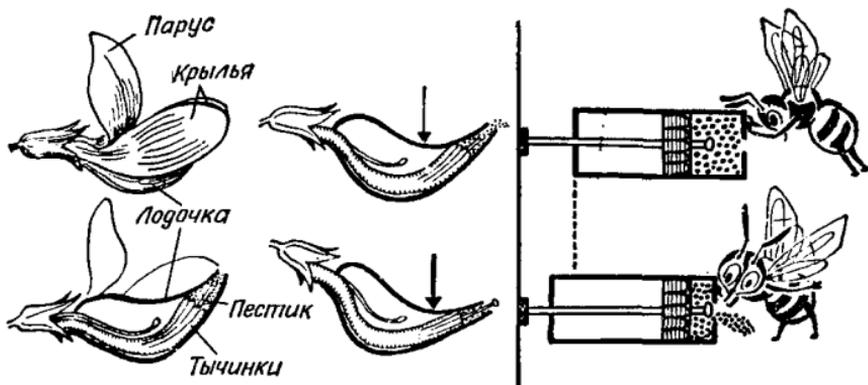


Рис. 19. Цветок лядвенца — своего рода поршневой насос. Опустившееся на венчик насекомое приводит это устройство в действие, и поршень выдавливает порцию пыльцы, прилипающей к брюшку любителя нектара.

Нектар здесь выделяется в глубине цветка, у завязи. Опылители-пчелы, пробираясь к нектару, тяжестью своего тела нажимают на «лодочку», которая прогибается вниз. Пестик и тычинки остаются в прежнем положении и касаются брюшка насекомого. Пожалуй, этот механизм опыления можно было бы назвать *кнопочным*: его приводит в действие нажим на «лодочку», сходный с нажимом на кнопку.

Существуют цветки со своеобразным «взрывным» устройством для выброса пыльцы на опылителей. Так у одного из видов тропических ремнецветников нераспустившийся цветок представляет собой длинную трубку из пяти сомкнутых лепестков. Свод их упруго подпирают тычинки. При созревании цветка лепестки несколько расходятся по краям и образуют пять щелей. В одну из них и просовывает тонкий клюв птица-нектарница, опыляющая эти цветки. Но в тот же миг цветок мгновенно раскалывается от вершины до основания, лепестки его расходятся, а тычинки резко распрямляются и разбрасывают пыльцу. Взрывной механизм характерен и для цветка круцианеллы.

Если рассмотреть цветок люцерны, можно заметить, как натянуто, упруго соприкасаются между собой «лодочка» венчика и трубка сросшихся тычинок. Натяжение достигается за счет мозолистой ткани, разрастающейся на нижней стороне тычиночной трубки. Когда насекомое,

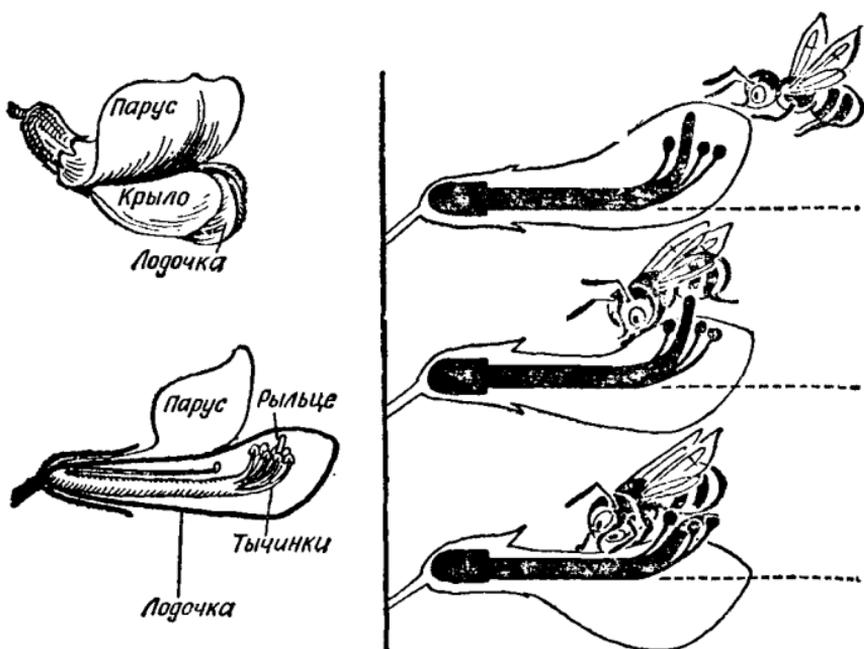


Рис. 20. У цветка желтой акации рыльце и сросшиеся тычинки спрятаны в «лодочке». Вес насекомого, прилетевшего за нектаром, наклоняет «лодочку». Сначала рыльце, а потом и тычинки касаются его брюшка, забирая принесенную пыльцу и нагружая насекомое своей.

посетившее цветок, тяжестью своего тела отогнет «лодочку» вниз, эти мозолистые выросты ослабляются и освобожденные от натяжения тычинки и пестик резко устремляются кверху. Пыльца выбрасывается на брюшко насекомого — пчелы или бабочки, а пестик касается его рыльцем, «собирая» пыльцу, принесенную с других цветков.

У люпина и лядвенца, также относящихся к бобовым, боковые лепестки венчика — «весла» — выпуклы сверху и смыкаются друг с другом, образуя над «лодочкой» своеобразное седло. Поблизости от основания на каждом из «весел» есть складчатый выступ, входящий в соответствующее углубление на «лодочке». С помощью этой связи малейшее давление на «весла» передается «лодочке». И когда на седло опустится насекомое (люпин опыляется шмелями и пчелами), под действием его тяжести «лодочка» отходит вниз. При этом из маленькой щели на конусовидном ее конце выдавливается пыльца, имеющая вид теста, и приклеивается к брюшку насекомого. Оказывается, «лодочка» и сросшиеся тычинки люпина представляют

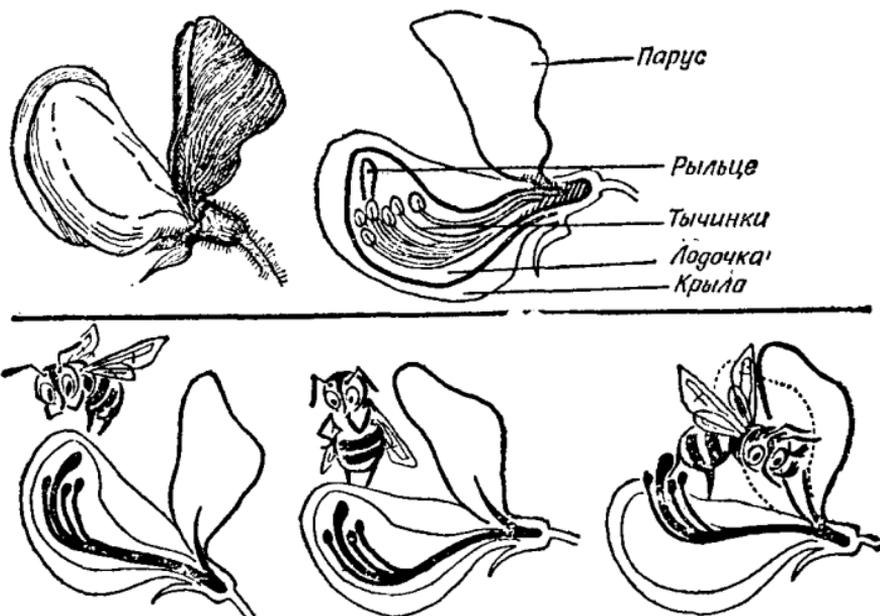


Рис. 21. Не всякому насекомому под силу принять участие в опылении цветков душистого горошка. Чтобы рыльце и пыльники вышли из «лодочки», мало сесть на нее — надо еще поднять «парус».

собой некое подобие поршневого насоса. Роль поршня играют здесь сросшиеся тычинки. «Насосные» устройства есть и у других растений.

У некоторых мимоз, акаций, ив и калл мелкие цветки собраны в плотные головчатые соцветия. Насекомые, ползая по соцветию, пачкаются в пыльце, что называется с ног до головы, и переносят ее от одного маленького цветка к другому. У иных из перечисленных растений цветки в одном и том же соцветии раздельнополы — мужские и женские. В мужских цветках сохранился недоразвитый, лишенный рыльца пестик, который здесь выполняет опять-таки роль поршня: под действием веса насекомого, нажимающего на рычаг-венчик, он выдавливает пыльцу из тычиночной трубки.

У ряда бобовых приспособление, выполняющее задачу распространения пыльцы, совсем просто по конструкции: это всего-навсего щеточка ворсинок, которой опушен пестик. Пыльники здесь растрескиваются в еще нераскрывшемся бутоне, и пыльца осыпается, оседая на ворсинках. Когда на «лодочку» раскрывшегося цветка садится шмель, его брюшка касается сначала рыльце, собирая пыльцу с

других цветков, а затем щеточка ворсинок, густо осыпанных пылью, сразу же прилипающей к насекомому. Таким приспособлением оснащены, например, нектаропосная ви́ка и чина.

А вот в цветках барбариса устройство, обеспечивающее отдачу пыльцы насекомому, уже не механическое.

Шесть тычинок, расположенных по периметру двух окружностей направлены косо вверх и спрятаны в лепестках, которые имеют вид чаши. Внутри цветка, у основания тычиночных нитей, выделяется довольно много нектара, привлекающего пчел и шмелей. Они повисают на поникших вниз цветках и просовывают хоботок внутрь, к основанию тычинок. Но последние р а з д р а ж и м ы, малейшее прикосновение вызывает изменения в напряжении тканей — тычинка, резко распрямляясь, ударяет по тельцу насекомого и опудривает его пылью.

Пожалуй, наиболее интересны ц в е т к и - л о в у ш к и, удерживающие насекомых «взаперти» до той поры, пока они не произведут опыление. Они, эти цветки, также разнообразны по конструкции.

У одного из видов аронника соцветия словно зачехлены кроющим листом своеобразной формы: сверху он широко раскрыт, в середине имеет узкий перехват, а в основании снова расширяется, образуя полость в виде бочонка или котла. В этом котле в результате энергичного дыхания цветков всегда теплее, чем в воздухе вокруг растения, — температура здесь держится на уровне 30—36° С.

Аронники обладают противным запахом, напоминающим запах падали. Но, как уже говорилось выше, он не отпугивает, а, наоборот, привлекает мух и прочих насекомых, питающихся гниющими органическими остатками. Они сквозь узкий перехват пробираются внутрь котла, где находят и теплое убежище, и пищу — сочные тонкостенные клетки, выстилающие внутреннюю поверхность кроющего листа.

Перемычка прикрыта многочисленными щетинками, отходящими от соцветия початка. Они направлены вниз и сверху, с «воли», насекомое достаточно легко попадает в котел. Но выбраться обратно щетинки ему уже не позволяют. Только через несколько дней, после того как, ползая по соцветию, насекомое произведет опыление всех или большинства его цветков, щетинки спадаются и открывают выход. Насекомое может покинуть свою «тюрьму»

и... лететь к следующей, унося на себе достаточное для опыления многих других цветков количество пыльцы.

Интересно, что поведение насекомых, попавших в ловушку, как нельзя лучше соответствует выполнению их задачи по опылению цветков. Первое время они безропотно переносят заключение, спокойно ползают по соцветию, отдавая цветкам пыльцу, припесепную из других ловушек. Но на второй или третий день «тюрьма» надоедает пленникам. Стараясь выбраться на свободу, они бойко бегают по камере. В это время пыльники вскрываются и насекомые с ног до головы опудриваются пыльцой. Ну, а вскоре после этого щетиночный «запор» ловушки открывается...

У некоторых аронников «чехол» имеет два закрытых щетинками сужения: верхнее — над мужской частью початка и нижнее — над женской. Первыми спадают щетинки, запирающие нижнюю камеру. Насекомое переходит в верхнюю камеру и, естественно, пачкается здесь в пыльце. Лишь после этого открываются вторые «двери», выпуская пленников на свободу.

Ловушки аронников достаточно просторны. Нередко в одном котле скапливается несколько сотен насекомых.

Впрочем, подобные ловушки есть не только у экзотических растений южных широт. У венерина башмачка, растущего в нашей средней полосе, котел образован нижней губой околоцветника. Желтая и пятнистая раздутая губа в самом деле формой напоминает башмачок, отчего растение и получило свое название. Внутренние стенки котла гладкие и скользкие: насекомое помимо своей воли съезжает по ним вниз и выполняет незаметную свою работу по опылению цветка.

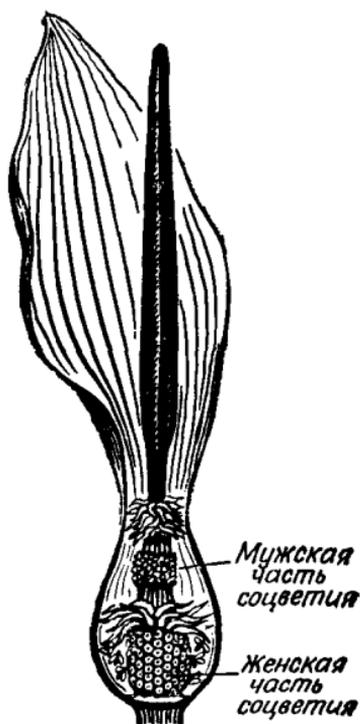


Рис. 22. Чтобы наверняка нагрузить насекомых-опылителей своей пыльцой, цветок аронника «ловит» их и на какое-то время задерживает в «ловчей камере».

Следует упомянуть, что нектара в цветках с котлами-ловушками нет.

Изучая детали устройства цветка эскулаповой травы, можно познакомиться с еще одним любопытным приспособлением, с **з а ж и м н ы м** устройством, при помощи которого пыльца, собранная в поллинии, прикрепляется к ножкам насекомого. Середина этого цветка заята пятигранным столбиком. К каждой его грани примыкает вздутая двугнездная тычинка, с боков которой опускаются вниз кожистые оторочки. В роговидных выростах, у основания тычинок, содержится нектар. А в выемках тычинок, в разрезе между оторочками, скрываются своеобразные, похожие на щипчики, зажимные устройства. От них отходят лентовидные тяжи, соединяющие каждый щипчик с двумя поллиниями.

Как раз в то время, когда в них накапливается наибольшее количество нектара, цветки понижают и на них очень трудно удержаться насекомым, их опыляющим. Все части цветка гладки и скользки, и только в выемках между кожистыми оторочками тычинок ножки насекомых могут найти точку опоры. Так с неизбежной обязательностью они попадают в зажимное устройство и, покидая цветок, уносят на ножках пару поллиний. Причем последние располагаются на ножках так, что при посещении следующего цветка и поиске единственной возможной опоры в выемке тычинки поллинии попадают в особые камеры на рыльце. А зажимные устройства остаются на ножках насекомого и, по-видимому, не слишком мешают ему, по крайней мере не удерживают от соблазна вновь и вновь лакомиться нектаром цветков эскулаповой травы. Ловили насекомых, на каждой ножке которых скапливалось по 5—8 зажимных устройств.

Заканчивая рассказ о взаимоотношениях цветков с насекомыми-опылителями, следует упомянуть о чрезвычайно своеобразном способе опыления у смоковницы, называемой иначе фиговым деревом, или инжиром.

Соцветие инжира, развивающееся в пазухе листа, имеет форму урны, во внутреннюю полость которой ведет узкое отверстие, прикрытое чешуйчатыми листьями. Цветки смоковниц открываются именно во внутреннюю полость урны, сплошь выстилая ее. Опыляются они маленькими осами из рода *блостофага*.

Ранней весной на смоковницах появляются соцветия, называемые каприфигами, с хорошо развитыми мужскими цветками и недоразвитыми, имеющими короткий столбик, женскими. Распределение мужских и женских цветков в каприфигах-урнах разных видов смоковниц различно: у одних мужские цветки чередуются с женскими; у других в глубине урны располагаются только женские цветки, а ближе к входному отверстию — только мужские. Маленькая оса проникает внутрь каприфиги и, погружая свой яйцеклад в столбик то одного, то другого женского цветка, откладывает близ каждой семяпочки одно яичко. Подчас оса-«мама» не выбирается из урны, а погибает здесь же. Но из отложенных ею яичек развиваются личинки, выедающие ткапи завязи. Достаточно скоро они превращаются во взрослых насекомых, которые остаются во внутренней полости урны до брачного периода. К этому времени в каприфигах созревают мужские цветки, и самки ос, пробираясь к выходу из урны, невольно захватят с собой цепный багаж — пыльцу.

С созреванием мужских цветков и вылетом молодых ос совпадают по времени появление и распускание на смоковницах соцветий второго рода — фиг, в которых собраны на этот раз недоразвитые мужские цветки и хорошо развитые длинностолбчатые женские. Запах фиг привлекает молодых ос. Они спешат к ним, забираются внутрь соцветий и опыляют женские цветки.

Именно эти длинностолбчатые женские цветки только и способны давать семена. Для яйцекладов ос спрятанная в них семяпочка недоступна. Если бы даже оса и попыталась отложить в такой цветок яичко, оно погибло бы, не найдя благоприятных для своего развития условий.

ОПЫЛИТЕЛИ-ПТИЦЫ И ОПЫЛИТЕЛИ-ЗВЕРИ

В наших умеренных широтах растения (не считая, конечно, ветроопыляемых) приспособились почти исключительно к опылению с помощью насекомых. На то есть свои причины, среди которых главная та, что «наше северное лето, — как шутливо сказал А. С. Пушкин, — карикатура южных зим: мелькнет и цвет...»

Но там, где лето длится круглый год, где цветение одних растений следует за цветением других, опылителей-насекомых оттесняют на второй план опылители-птицы, пища которых состоит из цветочного нектара и пыльцы, а нередко и самих насекомых.

В тропиках и субтропиках Старого Света очень обычны нектарницы — маленькие птицы с длинным изогнутым клювом. С его помощью они высасывают нектар из цветков алоэ, ризофер, ремнецветников и многих других растений.

Некоторые нектарницы посещают и цветки, опыляемые ветром. На них они поедают пыльцу, причем так много, что птички желудки бывают туго-туго набиты ею.

В тех же областях водятся очковые птицы, по величине, да и по внешнему виду, напоминающие наших певчих. Их примерно около ста видов. Вместе с нектарницами они посещают цветки, извлекая из них нектар. Но, конечно же, для достаточно крупных очковых птиц столь «легкомысленная» пища оказывается недостаточной, а потому они разнообразят свое меню за счет плодов и насекомых.

В Южной Америке в числе птиц-опылителей водятся так называемые сахарные птицы, питающиеся, как и остальные опылители, нектаром. Однако наиболее распространены здесь колибри. Это самые мелкие представители пернатых. Масса их — 1,5—2 г. У них шилообразно изогнутый клюв, образующий трубочку. Именно с его помощью птички высасывают нектар. Они не садятся на цветок, даже не касаются его, а повисают перед ним в воздухе, часто-часто взмахивая крыльями (50 раз за 1 с).

Мы уже говорили, что в тропических областях птицы часто оттесняют на второй план насекомых-опылителей. Так вот, на Гавайских островах почти совсем отсутствуют пчелы, и в опылении цветков там участвуют даже птицы из семейства воробьиных. В Австралии примерно треть попугаев и воробьиных посещают цветки.

Птицы-опылители обычно очень общительны между собой. Часто они подлетают к цветкам большой стайкой, в 10—15 особей. В то же время по отношению к человеку они пугливы, и потому наблюдать за их поведением очень трудно. Известно, однако, что особенно оживленно они посещают цветы ранним утром, очевидно сильно проголодавшись после длинной тропической ночи.

Но хватит о птицах, ведь наша тема — цветки.

Большинство цветков, опыляемых птицами, лишены запаха. Цветут они обычно днем. Главное, чем они привлекают птиц-опылителей, — яркая окраска. При этом основную роль играет именно яркость, броскость цветка, а не цвет его, который может быть самым различным. Наиболее часты, правда, ярко-красные цветки. Однако в некоторых тропических областях, например на Гавайях и в Австралии, первенствуют иные тона. В чисто-синий цвет окрашены лепестки посещаемых птицами бромелий, в зеленый — цветки агав, а цветки сафоры и ремнецветника даже коричневые. Встречаются в окраске лепестков переходные тона, например красновато-желтые. Часто в цветках ярко сочетаются контрастные краски: например, огненно-красный цвет контрастирует с чистым зеленым или фиолетово-черным, черно-лиловый — с ярко-желтым или белым.

Из других особенностей опыляемых птицами цветков следует упомянуть отсутствие у них «посадочных площадок» и обильное выделение нектара — птичке его нужно больше, чем насекомому! Очень часто ткани цветка плотные, хорошо защищенные от случайных повреждений опылителями.

Конечно, вполне и до конца специализированных «птичьих» цветков нет. Растения почти всегда оставляют возможность прибегнуть к помощи других, может быть и случайных, опылителей. Такими случайными опылителями являются четвероногие. Натуралисты на острове Ява неоднократно наблюдали случаи посещения здешними белками цветков фрейсинетии, опыляемых обычно птицами. Белки объедали мясистые и питательные, богатые сахаром верхушки соцветий, не трогая женских цветков. Перескакивая с соцветия на соцветие, они, конечно, переносили пыльцу и участвовали в опылении цветков.

На соцветиях фрейсинетии, а также на цветках агав можно застать и лесных крыс. Они лакомятся нектаром и, перебегая от цветка к цветку, производят опыление их.

А вот летучие мыши, живущие в тропиках, уже не случайно, а систематически посещают некоторые цветы. Правда, они, как и летучие мыши наших широт, питаются и насекомыми, но в рационе их постоянно, а иногда даже преимущественно присутствует нектар.

У одной из групп мелких летучих мышей, как раз тех, основную часть питания которых составляет нектар, язык приобрел очень подходящую для этой цели форму: узкий и длинный, он выступает из соответственно узкой мордочки. Длина языка у них достигает 6 см. Интересно, что вся длина тела у животного равна при этом лишь 7—13 см. Мышь сосет нектар, с молниеносной быстротой двигая языком из цветка в рот и обратно. Кроме нектара, эти рукокрылые в больших количествах пожирают цветочную пыльцу.

Поскольку некоторые цветки постоянно опыляются при посредничестве летучих мышей, у них выработались специальные приспособления для привлечения этих млекопитающих. Цветки распускаются ночью (или и ночью и днем, если днем они могут опыляться птицами); они обладают неприятным, с нашей точки зрения, но привлекательным для летучих мышей кислым или прелым запахом; они достаточно прочны, чтобы выдержать вес тела животного. Как правило, цветки или соцветия опыляемых летучими мышами растений расположены открыто, на виду, окраска их светлая, они обильно выделяют нектар и образуют достаточно большое количество пыльцы.

Так, у одной из агав цветы густо посажены на мощные стержни и все соцветие легко доступно летающим зверькам. Зеленоватый околоцветник имеет трубку, достаточно широкую для того, чтобы в нее прошел длинный язык летучей мыши.

У музы цветки соединены в большие соцветия, прикрытые темно-пурпуровыми верхушечными листьями. Каждый вечер верхушечный лист отгибается и обнажает два ряда светло-желтых цветков, испускающих сильный запах свежей капусты.

По утрам на цветках музы можно наблюдать частые следы когтей летучих мышей. Но все же для полной уверенности опыления цветки ее в дневное время остаются открытыми и посещаются птицами и насекомыми.

ОПЫЛИТЕЛИ ВОДА И ВЕТЕР

Наиболее доступный посредник в опылении — ветер: он всегда «под рукой». Предполагают, что первыми по времени возникновения были именно ветроопыляемые цветы.

И сейчас — даже на фоне широкой и подчас, как мы сумели убедиться на приведенных в предыдущих главах примерах, очень тонкой приспособленности цветков к опылению с помощью насекомых — ветроопыляемые растения очень часты, очень распространены. В разных областях Европы опыляются ветром 20—50% от общего числа произрастающих в данной местности видов растений. Конечно же, величина эта тесно связана с тем, насколько открыта ветрам та или иная географическая область.

К ветроопыляемым растениям принадлежат дубы и буки, ольха и береза, тополя и платаны, грецкий орех и лещина. Кроме деревьев, ветром опыляются многие травы, живущие обычно большими сообществами: злаки, ситники, осоки, конопля, хмель, крапива и подорожник. В этом списке — лишь примеры, он вовсе не претендует на полноту перечня названий ветроопыляемых растений.

Первая бросающаяся в глаза особенность цветков, опыляемых ветром, — это отсутствие яркой окраски и аромата, отсутствие нектара. Напротив, пыльцевые зерна развиваются в большом изобилии. При этом они чрезвычайно мелкие: у ветроопыляемых растений отдельная пылинка имеет массу 0,000001 мг. Для сравнения можно вспомнить, что у опыляемой пчелами тыквы пылинка в тысячу раз тяжелее: ее масса 0,001 мг. Одно соцветие ржи способно произвести 4 млн. 200 тыс. пыльцевых зерен, а соцветие конского каштана даже вдесятеро больше — 42 млн. Характерная особенность пыльцевых зерен ветроопыляемых цветков заключается в том, что они совершенно лишены склеивающих веществ и в большинстве случаев имеют гладкую поверхность.

Несмотря на то, что ветроопыляемые цветки лишены нектара, они достаточно часто посещаются насекомыми, которые питаются пыльцой. Однако как переносчики выльцы эти насекомые почти не играют роли.

Распространение пыльцы, которую растение «бросает на ветер», — процесс, конечно, неуправляемый. И вероятность того, что пыльцевые зерна упадут на рыльце собственного цветка, очень велика. Но, как мы знаем, самоопыление для растения нежелательно. Поэтому у ветроопыляемых цветков широко развиты приспособления, препятствующие ему. Особенно частым является одновременное созревание пыльников и рыльца. У многих

ветроопыляемых растений по той же, наверное, причине цветки раздельнополы, а подчас и двудомны.

Большинство ветроопыляемых древесных растений зацветает ранней весной, еще до распускания листьев. Особенно ярко это видно у березы, у орешника. Ведь понятно, что густая летняя листва была бы очень труднопреодолимым препятствием для летящей по ветру пыльцы.

Можно назвать и некоторые другие приспособления к опылению ветром. У многих злаков тычинки при раскрытии цветка начинают необыкновенно быстро расти, удлиняясь ежеминутно на 1—1,5 мм. За короткое время их длина в 3—4 раза превосходит первоначальную, они вырастают за пределы цветка и свешиваются вниз. И только когда пыльники окажутся внизу, они начинают растрескиваться, причем пыльник здесь несколько изгибается и образует своеобразный лоток или чашу, куда сыпается пыльца. Она таким образом не падает вниз, на почву, а дожидается очередного порыва ветра, чтобы полететь на его крыльях.

Интересно, что цветоножки в колосках некоторых злаков к началу цветения как бы растопыриваются, образуя между собой угол в 45—80°. Это тоже способствует выдуванию пыльцы ветром. Лишь только цветение кончится, опыленные цветки возвращаются па место.

Изменяется во время цветения положение всего соцветия и у берез, тополей, граба. Сначала соцветия бывают направлены вверх. Но перед тем, как начнут лопаться пыльники, стержень сережки вытягивается и соцветие свешивается вниз. Каждый цветок при этом становится отделенным от другого и доступным ветру. Пыльца падает из пыльников вниз на чешуйку нижнего цветка и уже отсюда сдувается ветром.

Есть у ветроопыляемых растений и «взрывчатый» тип цветка, сходный с таковым у насекомоопыляемых. Так созревающие в бутоне тычинки цветка одного из видов крапивы напряжены настолько, что при раскрытии его резко расправляются и разбрасывают пыльцу из лопнувших пыльников. В этот момент над цветком можно увидеть густое облачко пыльцы.

Пыльца ветроопыляемых цветков рассыпается ими отнюдь не в любое время дня и ночи, а только в благоприятную погоду, обычно относительно сухую, при слабом или среднем ветре. Чаще всего наиболее подходящими

для опыления оказываются утренние часы. Цветки мятлика и французского райграса пылят, например, между 4 и 5 ч утра; несколько позже, в 5—6 ч, пылят пшеница, ячмень и щучка; еще позднее, в 6—7 ч,— рожь и многие луговые травы: ежа, овсяницы и другие; овес и лисохвост пылят между 7 и 8 ч. Позже всех пылят южные по происхождению злаки, например просо и сорго,— где-то в 8—9 ч. Наверное, здесь сказывается их прошлое, ведь южные ночи длиннее северных, рассвет и утренний ровный ветерок приходят там поздно.

Заканчивая обзор ветроопыляемых растений, следует предупредить, что нельзя проводить резкую грань между ними и растениями, опыляемыми насекомыми. Природа всегда шире изобретаемых человеком классификационных ячеек. Пример того петров крест, уже упоминавшийся нами, а также многие верески; цветки их приспособлены к опылению насекомыми. И в первый период цветения пыльца действительно переносится с цветка на цветок только насекомыми. Целые полчища «лакомок» — насекомых, питающихся нектаром,— осаждают цветки. Но вскоре нектар иссякает, насекомые не летят уже больше к цветку. К этому времени тычинки разрастаются за пределы венчика, пыльники их становятся доступными ветру и подхваченная им пыльца летит на рыльца молодых, еще не опыленных цветков.

Рассказывая о происхождении цветка, причинах, вызвавших необходимость появления его в эволюционном развитии зеленого царства растений, мы подчеркивали, что цветок — это орган, с помощью которого стало возможным оплодотворение, слияние мужских и женских гамет вне водной среды. В самом начале этой главы мы рассказывали о многих приспособлениях, с помощью которых цветок защищает пыльцу от влаги. Но нет ничего абсолютного в природе. Среди прочих способов опыления цветков есть и способ опыления при помощи воды.

У одного из видов валлиснерии — цветкового растения, обитающего в воде,— маленькие цветки состоят из трех внешних и трех внутренних листьев околоцветника. До распускания, в бутоне, они похожи на клубочек и сидят под водой словно в пузыре, образованном двумя полупрозрачными овальными и чашевидными листьями, из которых один крепко охватывает краями другой. Так устроены и мужские и женские цветки, зреющие, однако,

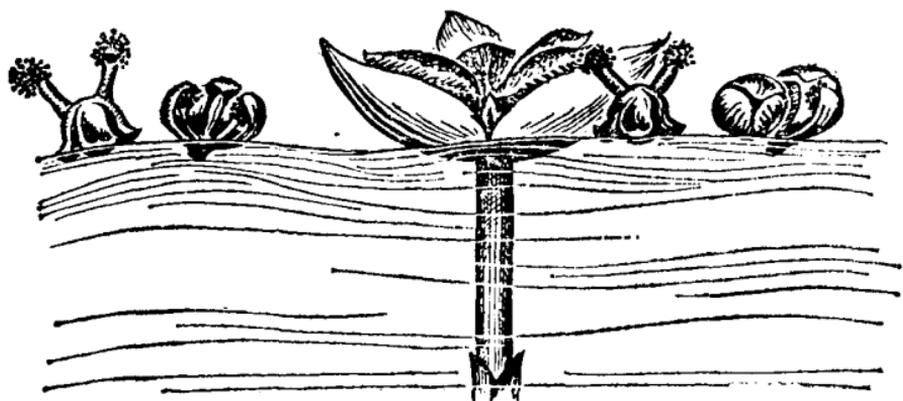


Рис. 23. Мужские цветки валлиснерии, обитающей в озерах и реках, в пору цветения отрываются от материнского растения. Подгоняемые ветром и течением, они сами доставляют пыльцу к рыльцу женского цветка.

на разных растениях, — валлиснерия (ее называют еще водяным винтом) двудомна. При созревании мужские цветки отделяются от растения, поднимаются на поверхность воды и здесь раскрываются. Каждый цветок похож на соединение трех счаленных носами лодочек. Зрелые женские цветки валлиснерии поднимаются на поверхность воды, оставаясь, однако, соединенными с материнским растением тонким длинным стеблем. Раскрытые, они также похожи на сцеп из трех лодочек.

Подгоняемые течением или ветром, мужские цветки подплывают к женским и открытыми пыльниками касаются трех рылец, свисающих за борта женских лодочек.

Сходным образом происходит опыление у элодеи канадской, с той лишь разницей, что в этом случае на поверхности воды в поисках женских цветков плавают не целые мужские цветки, а отдельные пыльцевые зерна.

И у валлиснерии, и у элодеи канадской цветки раскрываются на поверхности воды, и опыление, в сущности, происходит в воздушной среде, хотя и с помощью течения. По-иному обстоит дело у тех растений, цветки которых и развиваются и распускаются в толще воды. К ним относится, например, один из видов найяс. Растение это тоже двудомно. Мужские и женские экземпляры его растут обычно неподалеку друг от друга. А женские цветки располагаются, как правило, глубже мужских. Пыльца найяса тяжелее воды. Выпадая из пыльников в воду, она медленно тонет и в то же время увлекается течением.

Где-то поблизости и чуть глубже ее ждет рыльце жепского цветка.

У цератофиллума в опылении участвуют два посредника: и вода и ветер. От распускающихся в толще воды цветков этого растения отделяются тычинки, которые всплывают на поверхность воды. Здесь ветер развеивает пыльцу из их пыльников. Отдельные пыльцевые зерна — одни раньше, другие позже — вскоре вновь попадают в воду и медленно опускаются на дно водоема. Часть из них при этом попадает на клейкие рыльца женских цветков.

Итак, насекомое или птица, ветер или вода доставили пыльцевое зерно в цветок и оно прикрепилось к липкой поверхности рыльца. Произошло опыление. Но это лишь предпосылка к оплодотворению, которое должно последовать позже и на пути к которому мужскому гаметофиту еще предстоит проявить достаточную активность: пыльце нужно прорасти на рыльце, а пыльцевой трубке — достигнуть зародышевого мешка, то есть женского гаметофита.

Зрелое пыльцевое зерно — это округлое образование, включающее в себя так называемое вегетативное ядро, которое плавает в богатой крахмалом и жирами клеточной плазме, и генеративную клетку, плавающую в той же плазме. Пыльцевое зерно покрыто двумя оболочками — внешней и внутренней. Внешняя оболочка зерна пористая, и это обстоятельство играет существенную роль при оплодотворении.

Кстати говоря, по химическому составу пыльца очень богата питательными веществами. Так, например, у кукурузы она содержит 43% крахмала, 40% аминокислот и нуклеиновых кислот, 2% жиров. Недаром цветочную пыльцу так охотно потребляют и насекомые, и тропические птицы-опылители.

Попадая на рыльце цветка своего вида, пыльцевое зерно прорастает на нем, образуя пыльцевую трубку, по которой спермии добираются до яйцеклетки, покоящейся в

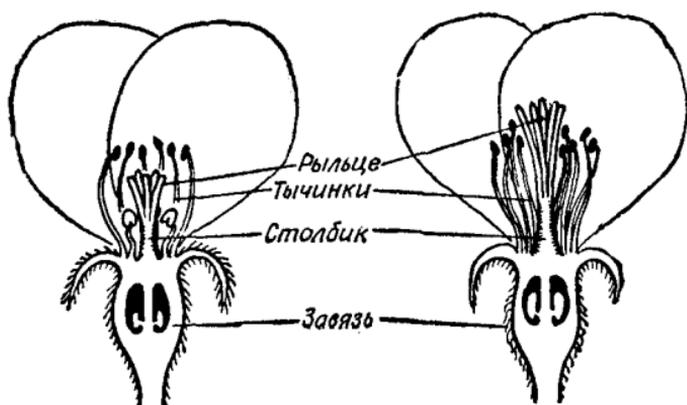


Рис. 24. Почему во многих обоеполюх цветках никогда не происходит самоопыления? Один из механизмов такой защиты можно увидеть в цветке яблони. Сначала тычинки, щедро снабжающие пылью насекомых, возвышаются над несозревшим рыльцем. Тем временем столбик растет, и к моменту, когда пятилопастное рыльце становится способным принять пыльцу, оно возвышается над тычинками.

зародышевом мешке. Прорастание начинается с того, что внутренняя оболочка пыльцевого зерна внедряется в одну из пор внешней и разрастается в виде сосочка, в который как бы перекачивается цитоплазма зерна, его вегетативное ядро и генеративная клетка. Первым обычно проникает в пыльцевую трубку вегетативное ядро.

Вскоре после проникновения в пыльцевую трубку генеративная клетка делится (митотически) и образует два спермия. Каждый из них представляет собой микроскопически малую клеточку, которая состоит из ядра, окруженного густой, однородной на вид цитоплазмой. Иногда спермии формируются в зрелом пыльцевом зерне еще до выхода генеративной клетки в пыльцевую трубку.

Пыльцевая трубка сначала внедряется в ткань рыльца, а затем проникает в столбик пестика. Растущий конец ее выделяет вещества, способные растворять межклеточные ткани, и пыльцевая трубка все глубже и глубже внедряется между клетками столбика, направляясь внутрь завязи — к семечкам. Любопытна и еще не объяснена эта способность трубки расти именно в нужном направлении, кратчайшим путем выходя к зародышевому мешку. Здесь не исключены какие-то химические влияния, помогающие трубке находить нужный путь.

Минимальный промежуток времени, необходимый для достижения пыльцевой трубкой семяпочки, равен 15 мин. Чаще всего этот срок составляет несколько часов. Но иногда процесс роста пыльцевой трубки растягивается на несколько месяцев. Так, у нашей березы он длится целый месяц, у ольхи и лещины — лесного ореха — от месяца до двух, а у некоторых представителей тропических орхидей (у них к моменту опыления семяпочки еще не достигают полной зрелости) — даже 6—7 месяцев. В последнем случае долгое прорастание, по-видимому, связано с сезонными явлениями, которым подчинена жизнь этих орхидей. Получается так, что опыление у них происходит в один дождливый сезон, а распространение семян — в следующий. Цикл оплодотворения и развития семян растянут таким образом на целый год — от одного дождливого сезона до следующего. Длительность прорастания пыльцы у наших древесных пород вызвана сходными причинами, ведь они вынуждены спешить с цветением: их цветки опыляются ветром и, как уже об этом говорилось выше, целесообразно, чтобы опыление произошло до распускания листьев. Для развития семян нужны поступающие от материнского растения питательные вещества, которые образуются уже летом, когда дерево во всю силу развернет работу своих «фабрик» органического вещества — зеленых листьев.

Любопытно, что у одного и того же вида растений рост пыльцевой трубки бывает быстрым в случае, когда происходит перекрестное опыление, и замедленным при самоопылении. Очевидно, в тех возможных случаях, когда на рыльце одновременно попадут пыльцевые зерна своего и чужого цветков, эта разница в скорости прорастания способствует тому, чтобы произошло более желательное для организма перекрестное опыление.

Достигнув завязи, пыльцевые трубки растут вдоль внутренней ее стенки и попадают в семяпочки через микропиле — пыльцевход. Это — наиболее типичный случай. Но иногда пыльцевая трубка проникает сначала в стенку завязи и только потом в семяпочку через ее основание. Так растут пыльцевые трубки в цветках березы, ольхи, лещины, граба и грецкого ореха.

По пыльцевходу пыльцевая трубка дорастает до вершины зародышевого мешка, растворяет его оболочку и изливает в него свое содержимое: цитоплазму, вегетатив-

ное ядро и оба спермия. Последние обычно проходят свой путь в зародышевом мешке через содержимое одной из синергид. К этому времени спермии теряют свою цитоплазму и имеют вид голых ядер.

О дальнейшей судьбе спермиев следует рассказать особо.

Где-то в начале книги нам пришлось упомянуть о борьбе за признание того факта, что у растений есть пол. Борьба эта была достаточно долгой и завершилась лишь менее 90 лет назад. Окончательно и воочию половую природу покрытосеменных растений доказал талантливый немецкий исследователь Э. Страсбургер в 1884 г. На примере цветка подбелника он показал все последовательные фазы внедрения пыльцевой трубки (мужского гаметофита) в зародышевый мешок (женский гаметофит), а затем и слияние ядра спермия с ядром яйцеклетки.

Но в пыльцевой трубке, как уже было сказано, образуется не один, а два спермия. Э. Страсбургер проследил судьбу одного. Лишь 14 лет спустя, в 1898 г., русский ботаник, эмбриолог С. Г. Навагин установил, что у покрытосеменных растений при оплодотворении один из спермиев (точнее, ядро его) соединяется с ядром яйцеклетки, а другой (онять-таки лишь ядро его) — со слившимися перед этим ядрами центральной клетки зародышевого мешка. Этот процесс получил с той поры название двойного оплодотворения.

В итоге слияния спермия с ядром яйцеклетки возникает зародыш, а второй спермий с ядрами центральной клетки дают начало эндосперму — особой питательной ткани, которую в последующем развитии использует зародыш.

Так происходит оплодотворение. И моментом его, моментом слияния спермиев с ядром яйцеклетки и ядрами центральной клетки, кончается невидимая непосвященным жизнь поколения мужского и женского гаметофитов — «мамы» и «папы» проростка, которому еще предстоит взойти из семени.

Впрочем, третье, «внучатое» поколение не спешит покинуть растение-«бабушку». Зародыш его еще проходит период созревания. Но об этом будет рассказано в следующей главе. А здесь следует упомянуть об отклонениях от классического двойного оплодотворения — отклонениях,

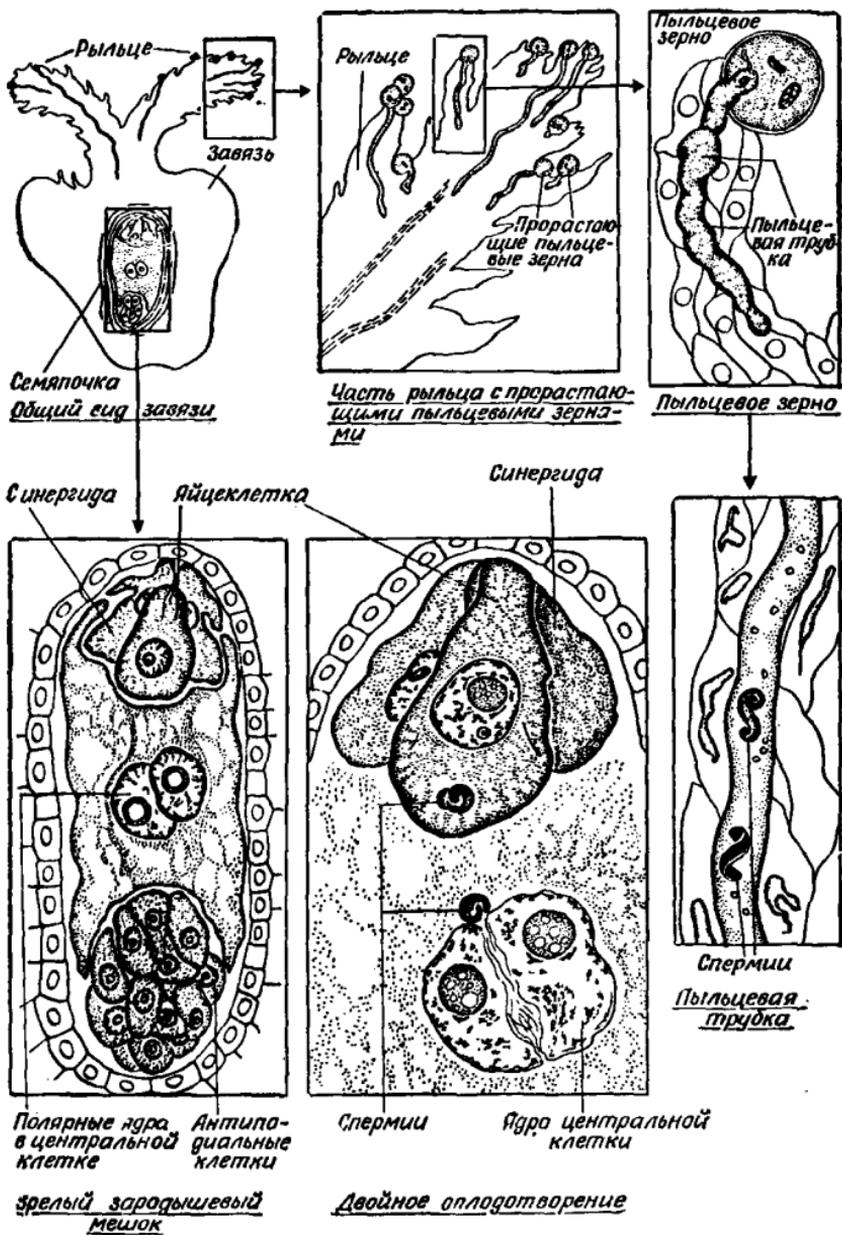


Рис. 25. Двойное оплодотворение у пшеницы. Этот важный этап знаменует конец раздельной жизни мужского и женского гаметофитных поколений и начало поколения спорофитного,

на которые, как мы уже неоднократно имели возможность убедиться, очень щедра природа.

Почти в то же время, когда С. Г. Навагин открыл двойное оплодотворение у растений, шведские ботаники Г. Юэль и С. Мурбек установили, что у некоторых растений яйцеклетка способна развиваться в зародыш вообще без оплодотворения — без слияния со спермием. Так был открыт партеногенез у растений — возможность развития зародышей и семян из девственной яйцеклетки, без участия мужской половой клетки.

Еще позже было установлено, что у некоторых видов орхидей происходит слияние спермия только с ядром яйцеклетки.

Наконец, возможно — и наблюдалось исследователями — изливание в зародышевый мешок содержимого не одной, а нескольких пыльцевых трубок.

Эмбриология — это, по сути дела, наука о бессмертии, о том, как в недрах старого, может быть уже отживающего, организма зарождается новая, юная копия его. Как правило, новый организм несет в себе черты не одного, а двух предков — в этом состоит сущность полового воспроизведения. Копия оказывается, таким образом, в некоторых чертах отличной от оригинала. Эти отличия, новые качества новой жизни, — благодатный материал для эволюции. Естественный отбор отбраковывает менее удачные из них и лелеет те, что лучше прочих отвечают тем или иным условиям жизни.

Итак, бессмертие — это не просто непрерывная цепочка жизни, но цепочка, постоянно изменяющая свою форму, постоянно совершенствующаяся. Половое воспроизведение живыми организмами себе подобных и предназначено, с одной стороны, именно для обеспечения наибольших возможностей совершенства в потомстве.

Но мы уже говорили и о другой стороне полового размножения, о том, что в процессе эволюции обособляется пол, берущий на себя заботу об обеспечении первоначального развития потомства и о защите его от невзгод на первых порах жизни. В этом смысле растение, на котором зреют семена, может полноправно считаться материнским.

Посмотрим, как протекают этапы жизни зародыша в лоне материнского организма и как подготавливается он к последующей самостоятельной жизни.

ДОРОЖНАЯ КОТОМКА ЗАРОДЫША

Запас питательных веществ, которые нужны зародышу как для становления его в недрах семени, так и на первых этапах самостоятельной жизни прорастающего из него растения, накапливается в эндосперме. Его можно, пожалуй, сравнить с наполненной провизией дорожной котомкой, припасенной для своего питомца материнским растением.

Эндосперм — своеобразное, характерное лишь для высших растений образование. Что же представляет он в эволюционном смысле? Каково его происхождение?

Приходится признать, что в нашей небольшой книжке загадок и предположений чуть ли не больше, чем окончательных и категорических ответов. Но такова наука: непрестанный поиск истины, первые догадки и опровергающие их опыты, потом новые гипотезы, построенные на основе самых последних экспериментальных данных. Чем больше неизвестного, тем увлекательнее работать в такой области науки. И потому авторы падеются, что кого-то из читателей этой книги непременно увлечет дальнейший поиск ответов на загадки, которые то и дело задают нам растения...

Вот и о происхождении эндосперма высказываются лишь гипотезы. Одна из них опирается на тот факт, что у некоторых растений в зародышевом мешке одновременно развивается не один, а несколько зародышей: первый, как и положено, из яйцеклетки, а другие — из синергид — сестринских по отношению к ней клеток, располагающихся в микропиллярном конце зародышевого мешка.

Естественно предположить, что эндосперм — это и есть дополнительный зародыш, но видоизмененный, преобразованный в процессе эволюции. Как мы уже знаем, «настоящий» зародыш получается при слиянии двух ядер, принадлежащих спермию и яйцеклетке. В центральной же клетке, дающей начало эндосперму, соединяются три ядра. Хромосомный аппарат ее отличен от того, что присущ данному виду растения. Потому-то она становится именно эндоспермом — своеобразной опухоловой тканью, которая служит складом питательных веществ для зародыша, а в дальнейшем очень часто — и для проростка нового растения.

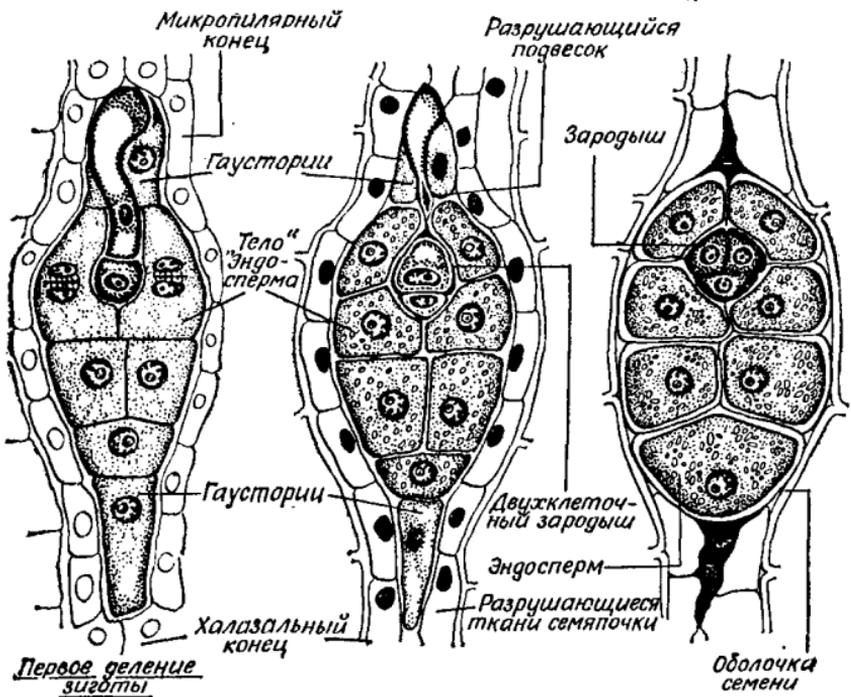
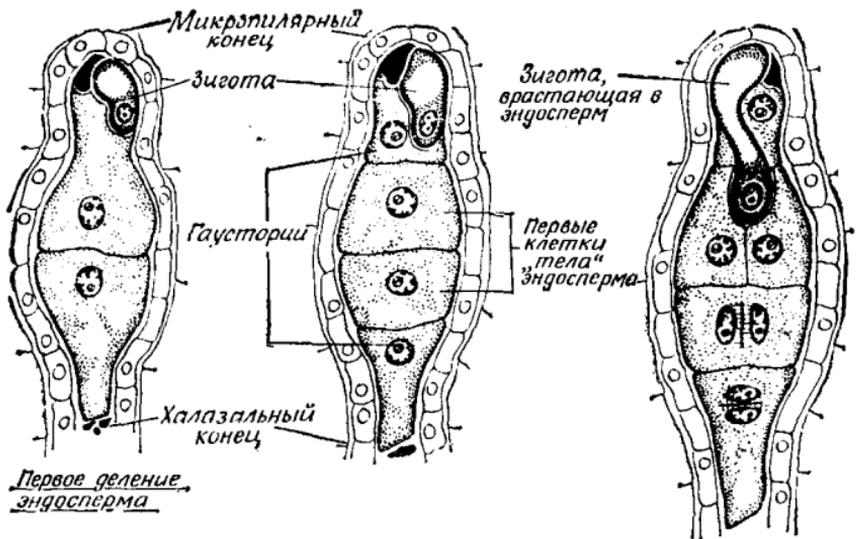


Рис. 26. Так формируется эндосперм в семени подельника.

Мы начали рассказ о семени с эндосперма, потому что обычно после оплодотворения ядро, дающее ему начало, начинает развиваться раньше, чем яйцеклетка.

Существуют два основных способа развития эндосперма. Первый называется клеточным. При нем каждое деление ядер в эндосперме сопровождается образованием

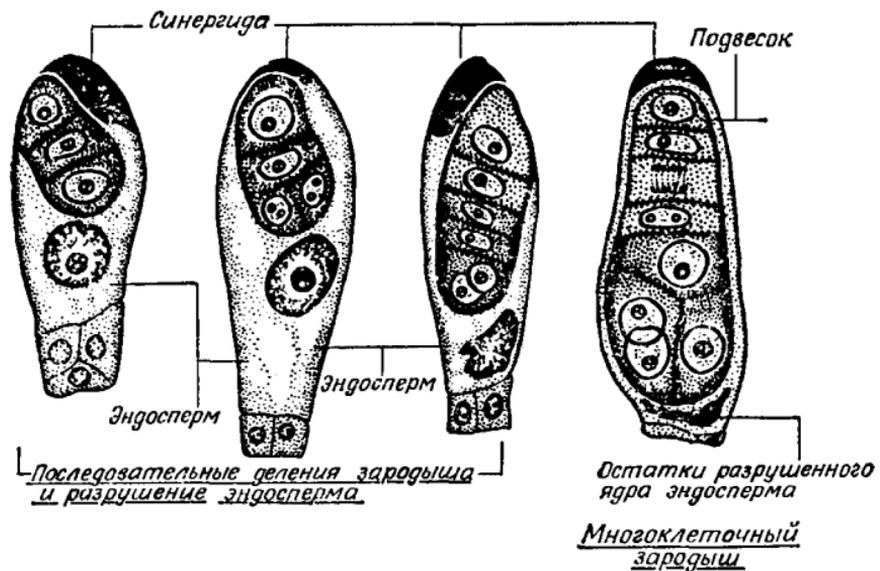
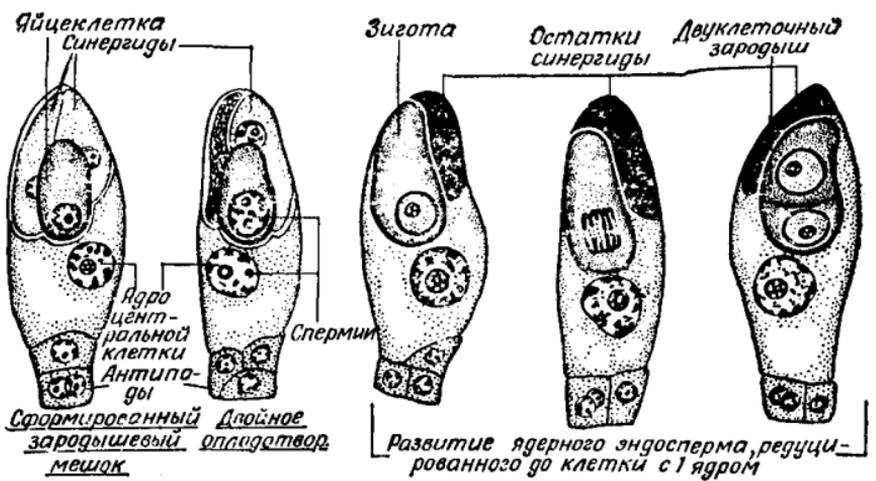


Рис. 27. В семени орхидей ядро эндосперма скоро разрушается и запас питания для зародыша не образуется. Поэтому семена орхидей прорастают лишь тогда, когда встретятся с гифами гриба, питающими на первых порах росток.

клеточных перегородок. Второй способ называется *ядерным*. При нем ядра делятся и свободно располагаются в общей цитоплазме. Клеточные перегородки вокруг ядер образуются лишь впоследствии, к моменту окончания созревания семени. Впрочем, бывает и так, что эти перегородки вообще не образуются.

Развитие эндосперма заключается не только в делении его ядер. Параллельно с этим за счет усиленной аккумуля-

ляции питательных веществ из окружающих тканей активно нарастает его масса.

Количество эндосперма в зрелом семени у разных видов растения неодинаково. Наибольшее относительное количество его скапливается в семенах злаков, магнолий и некоторых других растений. У мальвовых и крестоцветных эндосперм сохранился лишь в виде пескольных клеточных слоев по периферии семени, а у орхидных он в зрелом семени может и вовсе отсутствовать.

Кроме эндосперма, у некоторых видов покрытосемянных растений развивается и другая питательная ткань — п е р и с п е р м. Это разросшаяся и преобразованная ткань той части семяпочки, которая называется и у д е л л у с о м. Перисперм подчас целиком заменяет и вытесняет из семени эндосперм, как это можно видеть, например, в семенах гвоздики или сахарной свеклы.

Жиры, крахмал, белки — вот основные питательные вещества, накапливаемые семенем в эндосперме. Помимо них, здесь присутствуют физиологически активные вещества, такие, как аскорбиновая кислота, гетероауксин, провитамины А и Д, витамины В₁, В₂ и В₆, пикотиновая кислота, биотин, протеазы, липазы, пектиназы и амилаза. Откладываются в нем также дубильные вещества, смолы, алкалоиды и кристаллы минеральных солей.

Все это небезынтересно знать, ибо именно эндосперм зерновых и крупяных культур — существенная часть нашего питания. И когда мы подытоживаем урожай зерновых культур, то подсчитываем в основном именно массу эндосперма семян.

Не оставит нас поэтому безразличными и влияние на темп накопления эндосперма в семени тех или иных погодных условий. Естественно, для каждого вида растений, для каждой сельскохозяйственной культуры они свои. Но есть некоторые общие закономерности. Известно, например, что рост эндосперма резко замедляется при температуре ниже 10° С, так же как и при жаре, превышающей 35° С.

Длительность развития эндосперма также различна у разных растений. У некоторых сложноцветных, например, он «созревает» всего за 4—5 дней, у злаков — за 20—25 дней, а у семян большинства древесных растений — за 2—3 месяца.

ЗАВЯЗЬ ЖИЗНИ

Параллельно с ростом эндосперма, с накоплением запаса питательных веществ в семени идет подготовка к трудной дороге самостоятельной жизни и самого зародыша.

Яйцеклетку зародышевого мешка после оплодотворения называют зиготой. По сути дела, с момента слияния со спермием она становится первой клеткой нового поколения — спорофита. В ней присутствует полный — двойной — набор хромосом и, следовательно, заключена вся программа созидания будущего растения.

Зигота обычно еще долгое время находится в покое и не приступает к делению до тех пор, пока в семяпочке не будут созданы оптимальные условия для ее развития. Впрочем, «долгое время» — понятие относительное. У коксагыза, например, оно тянется 5—6 ч. У какао первое деление зиготы наступает через 14—15 дней после оплодотворения, а у паразитного растения омелы — даже через два месяца.

Покой зиготы тоже относительный. В промежутке между оплодотворением и первым делением в ней непрерывно происходят внутренние изменения, она словно созревает для дальнейшего развития.

Первый раз зигота делится поперек своей продольной оси. Лишь немногие растения изменяют этому важному правилу. Важному потому, что при этом и многократных последующих — также поперечных — делениях зародыш внедряется в глубь эндосперма и тем самым обеспечивает себе наилучший доступ к питательным веществам. Клетки его, создающие своей совокупностью некий коридор, который ведет в «кладовую» эндосперма, называют подвеском. В иных случаях подвески развиваются в мощные гаустории — они активно разрастаются в тканях, окружающих зародыш и эндосперм, и вытягивают оттуда питательные вещества. В тех случаях, когда эндосперм находится в зачаточном состоянии, как, например, у орхидей, именно гаустории полностью берут на себя заботу о снабжении зародыша пищей.

Впоследствии эти клетки отомрут, и лишь верхушечная часть «предзародыша» разовьется в собственное тело настоящего зародыша.

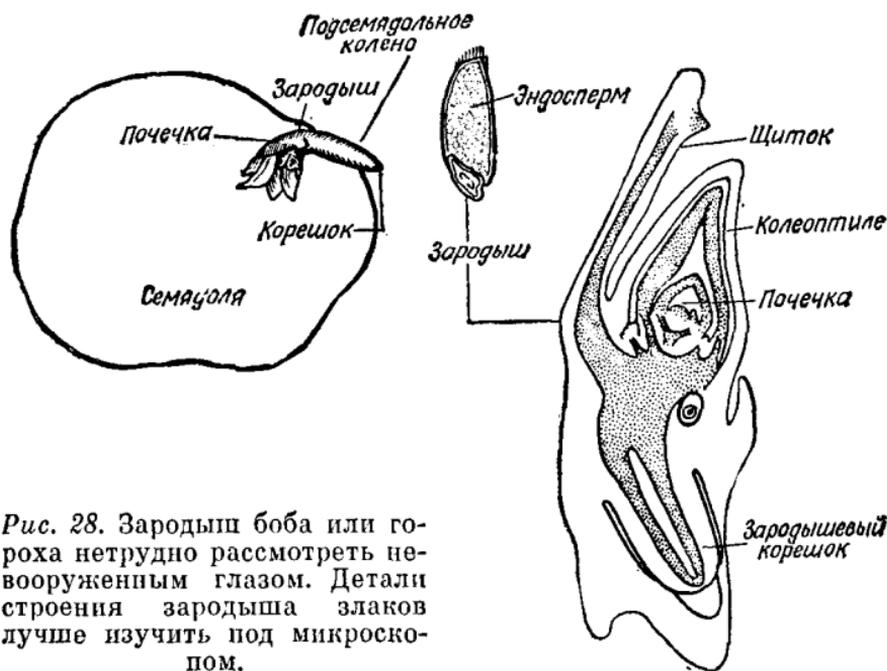


Рис. 28. Зародыш боба или гороха нетрудно рассмотреть невооруженным глазом. Детали строения зародыша злаков лучше изучить под микроскопом.

Способы развития и строения сформировавшихся зародышей у различных растений чрезвычайно разнообразны.

Зародыш в зрелом семени двудольного растения состоит из следующих основных частей: зародышевого корешка, подсемядольного колена, двух семядолей и надсемядольного колена — зачатка стебля. Степень развития каждого из этих органов может быть весьма различной.

Иногда либо зачаток стебля, либо семядоли могут быть едва развиты. В других случаях надсемядольное колено, напротив, представляет собой высокоразвитую вегетативную почку, в которой даже простым глазом можно различить зачатки нескольких листьев. Таков, например, оп у зародыша фасоли или бобов. Кстати, у этих растений и семядоли мясистые, хорошо развитые.

Семядоли у зародышей двудольных всегда располагаются супротивно. Такое расположение сохраняется и в том случае, когда развиваются не две, как обычно, а три семядоли или больше.

У однодольных растений одна из семядолей разрастается весьма активно, тогда как другая остается в зачаточном состоянии. В связи с этим почечка у них очень часто

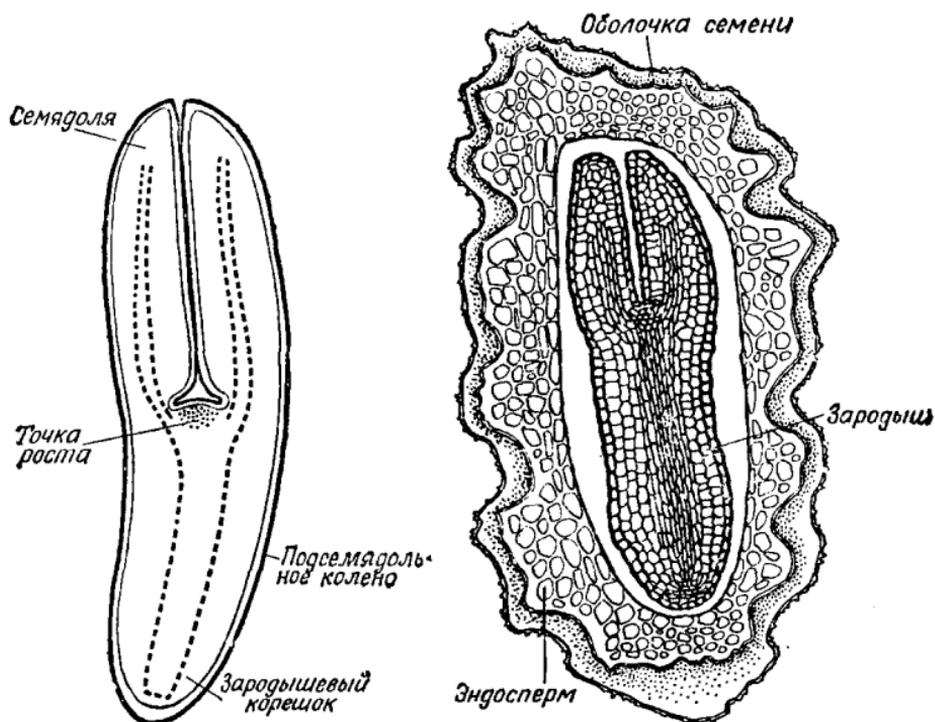


Рис. 29. Зародыш коровяка в зрелом семени растения.

смещена в боковое положение, как, например, у пшеницы и других злаков.

Развитая семядоля пшеницы состоит из двух основных частей — щитка, который представляет собой гаусториальный орган и служит для того, чтобы питать зародыш запасами эндосперма, и колеоптиле, своеобразного чехлика, одевающего верхушку почечки. При прорастании семени колеоптиле помогает зародышу пробиться через сухую верхнюю корку почвы.

В остальном зародыши однодольных растений сходны по строению с зародышами двудольных. Только первичный корешок развит весьма слабо. По-видимому, именно это обстоятельство приводит в некоторых случаях к развитию у злаков мочковатых корней.

Формированием зародыша заканчивается эмбриональная пора жизни нового поколения спорофитов. Теперь семя полностью готово в свое время и при подходящих условиях вспыхнуть ярким зеленым костром, тянущимся к солнцу.

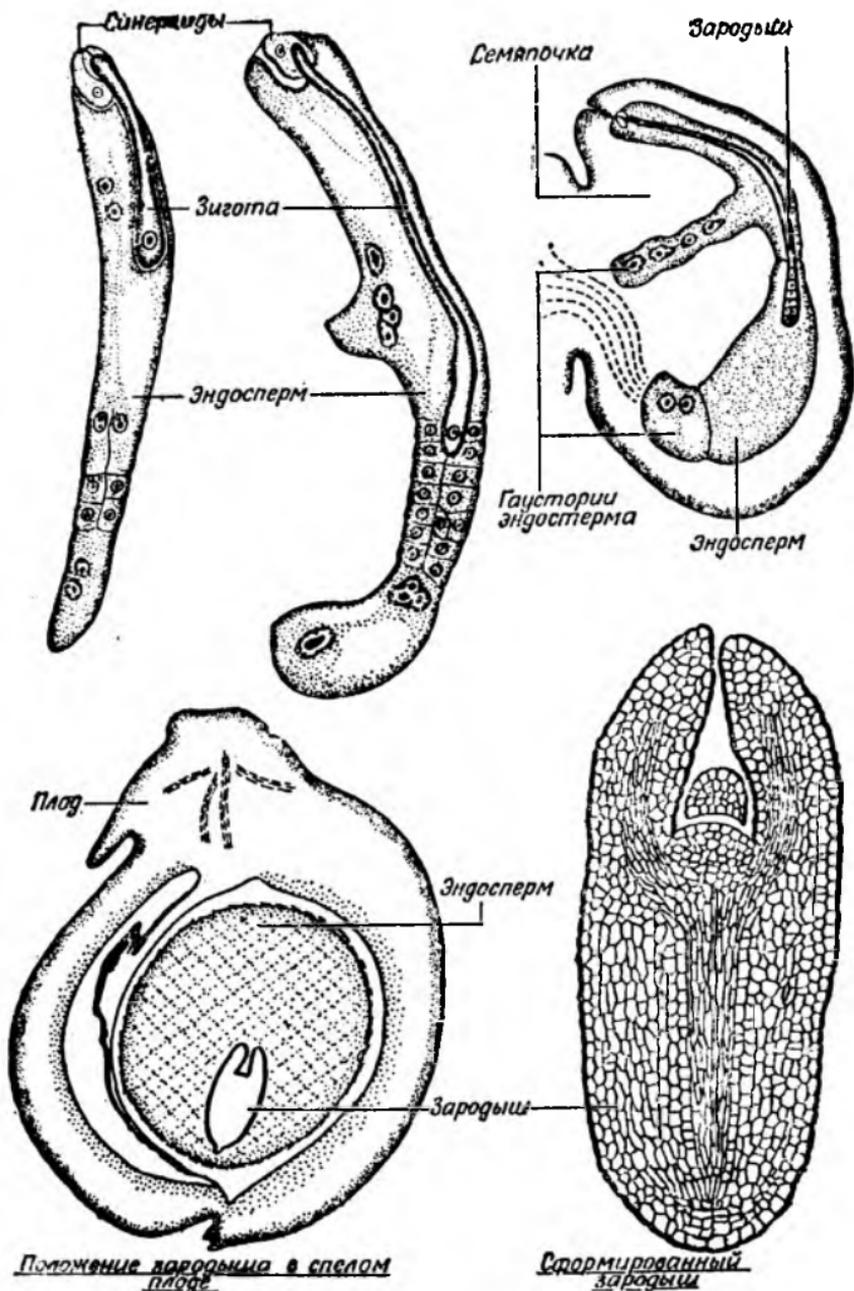


Рис. 30. Так развивается зародыш тоции альпийской.

Но так, как описано выше, формируются зародыши не у всех растений.

Необычный путь развития открыл в 1951 г. советский ботаник профессор М. С. Яковлев у зародышей пионов —

знакомых всем садовых цветов. Здесь оно идет словно при ядерном типе развития... эндосперма. Ядра зародыша делятся, но между ними не образуется клеточных перегородок. Весь зародыш долгое время представляет собой одну большую клетку, в цитоплазме которой плавают несколько ядер. Лишь впоследствии вокруг них образуются клеточные оболочки. Необыкновенное продолжается и далее: некоторые из этих вновьявленных клеток развиваются в настоящие самостоятельные зародыши. Один зародышевый мешок дает таким образом начало не одному, а нескольким новым растениям. Это открытие интересно не только тем, что дает пример нетипичного пути развития зародыша. Гораздо значительнее то обстоятельство, что здесь наблюдается полное сходство с развитием эндосперма по ядерному типу. В этом еще одно доказательство эволюционного «родства» эндосперма и зародыша.

ДОБАВЛЕНИЕ О СЕМЕНАХ ПАРАЗИТНЫХ И ПРОЧИХ

Семена обычно называют зрелыми, когда развитие их закончено и они опадают с материнского растения. Но очень часто, только что опавшие, они не способны прорасти даже в благоприятных для этого условиях. Им необходим некоторый период покоя, подготовки к росту — период созревания. Правда, это созревание нужно не всем. Семена тополя, например, прорастают уже через 2—3 ч после освобождения из плода. И даже наоборот, если за это время им не удастся найти подходящего для роста места и внедриться в землю, они теряют всхожесть и погибают.

У паразитной повилики семечка, взятые с одного растения, имеют различную способность к прорастанию. Если высеять сотню семян и создать им самые благоприятные для развития условия, то они будут прорастать постепенно: первые — через 5—10 дней, а последние — через несколько месяцев или даже через год. Очевидно, к моменту осыпания семян не все они достигают одинаковой степени зрелости.

У большинства растений период покоя семян достаточно длительный, а всхожесть сохраняется иногда в течение нескольких лет.

Семена паразитного растения заразики способны, например, целых 10—12 лет лежать в земле, не прорастая и не теряя жизнеспособности. Зародыш в ее семени предельно упрощен и не имеет обычного деления на корешок, семядоли и почечку. Самостоятельно он даже не может прорасти. Как только поблизости появится корешок растения-хозяина, под влиянием его химических выделений ближайший к выходу из семени — базальный — конец зародыша устремляется к корешку и укрепляется в нем. В дальнейшем заразики заставляют на себя всю питающую систему растения-хозяина и только с чужой помощью поднимает над землей свои побеги.

Напротив, другое паразитное растение, обитающее на наших лугах, — повилика — не ожидает того «счастливого случая», когда растение-жертва окажется вблизи, а активно ищет его. При прорастании ее семени сначала показывается нижний конец первичного стебелька (корешок у этого растения не развивается) и, быстро удлиняясь за счет растяжения клеток, цепляется за неровности почвы. Вслед за этим на поверхность выносятся верхний конец первичного стебелька, освобождается от семенной оболочки и начинает совершать вращательные движения. Он ищет жертву — растение, за счет соков которого повилика могла бы питаться и расти, ведь недаром же она не развивает собственных корней. Стебелек растет, увеличивается в длину и за счет этого при вращательных движениях «ощупывает» все большее и большее пространство вокруг. Интересно, что, если на его пути окажется сухой стебель растения, проросток сделает вокруг него лишь один виток, словно изучая его. Убедившись в том, что это не то, что нужно, конец стебля вновь уходит в сторону и продолжает свой хищный поиск. Только найдя живую жертву, он присасывается к ней.

Семена орхидей также не трогаются в рост самостоятельно, ведь в них нет эндосперма и семядолей и зародышу нигде почерпнуть питательные вещества, для того чтобы сделать первые шаги по жизни. Он ждет, когда в семя проникнут грибные нити — гифы — определенного вида почвенного гриба. Именно этот грибок дает зародышу пищу и возможность тронуться в рост: клетки проростка переваривают часть его гиф. В свою очередь и грибок

получит помощь от проростка орхидеи, забирая часть созидаемых растением углеводов.

По иной, чем у паразитных растений, причине остается недоразвитым зародыш в семенах многих растений — обитателей сухих степей. Это растения-эфемеры. Их развитие приходится на краткий период весны, когда в степи еще есть влага. За полтора-два месяца эфемеры не успевают вырасти, отцвести и вполне сформировать в семенах зародыш. Семена их осыпаются, и зачаток зародыша в них ожидает лучших времен, которые наступают лишь осенью или весной. Тогда-то он и заканчивает свое развитие в недрах семени, а подчас доразвивается уже в процессе прорастания.

Оболочка семени — семенная кожура — образуется обычно из преобразованных покровных тканей семяпочки. Очень часто из этой оболочки развиваются различного рода придатки: крылья, волоски, шипы и прочие. Они связаны с тем или иным способом защиты, а главное — расселения семян, и потому подробнее расскажем о них в следующей главе.

Иногда на семенах развиваются мясистые покровы. Происхождение их бывает различным, а цель возникновения одна: привлечь к семенам животных, которые могут принять участие в их распространении.

Величина и масса семян изменяются в очень широких пределах. Можно назвать лишь приближенные крайние величины: так, семячко некоторых орхидей имеет в поперечнике всего миллиметр и массу в тысячные доли грамма, а семя кокосовой пальмы — кокосовый орех — достигает 11—14 см в поперечнике и имеет массу 800—1100 г.

Очень разнообразны и плоды покрытосеменных растений. Условно их подразделяют обычно на две большие группы — сочные и сухие. В стенке плода различают три более или менее обособленных слоя: внешний, средний и внутренний. Это разделение слоев заметно, однако далеко не всегда. Плоды можно разделить также на раскрывающиеся и нераскрывающиеся. Для раскрывания их, сопровождающегося обычно разбрасыванием семян, существуют самые разнообразные приспособления. Так, у плодов хлопчатника и у плодов дурмана раскрываются створки, у плода белены открывается крышечка, в коробочке мака открываются дырочки и т. д. — вариантов очень много. На поверхности плодов многих растений, так же как и на

поверхности семян, нередко имеются волоски, шипы и прочие приспособления, с помощью которых коробочка с семенами может прицепиться к движущемуся мимо животному и отправиться на поиски новых мест, пригодных для заселения.

По размерам и массе плоды различных видов растений разделяются еще в более широких пределах, чем семена. Правда, нижняя граница размеров практически совпадает с таковой у семян. Самые мелкие, наверное, плоды паразитных баланофор имеют размеры, близкие к миллиметру, и массу в тысячные доли грамма. Но крупные плоды часто и крупнее и тяжелее самых больших семян. Масса ореха сейшельской пальмы, например, достигает 5 кг при длине и ширине в 20—30 см. Но и массой, и размерами его превосходят плоды обыкновенной, совсем не экзотической тыквы: они достигают в поперечнике метра, а их масса — 75—100 кг.

Замечательный советский ученый академик В. И. Вернадский подсчитал, какое время понадобится представителям тех или иных форм живых организмов для того, чтобы целиком заполнить всю площадь нашей планеты с максимально возможной для данного организма густотой населения. По его расчетам, белый клевер, если бы ничто не мешало ему расти, цвести и рассеивать семена, всего за 11 лет плотным ковром покрыл бы всю поверхность земного шара — именно всю, от полюса до полюса, включая и ту часть планеты, что занята океанами и морями. Водоросли ламинарии, по тем же расчетам, понадобился бы несколько больший срок, 49—79 лет.

Но большинство молодых ростков погибает, попав в неподходящие для развития условия. Именно поэтому каждое растение производит на свет множество семян. У большинства злаков в каждом плоде развивается лишь одно семя, но на растении их несколько десятков, а то и сотен. У подорожника каждая особь образует до 14 000 семян, у пастушьей сумки — до 64 000, а у табака — даже до 360 000! И это еще не рекорд. В каждом плодике заразики насчитывается в среднем около 5000 семян. Но на каждом побеге-цветоносе — до 50 таких плодиков. А одно растение заразики, спрятавшееся в земле, дает подчас до 20 цветоносных побегов. В итоге получается, что растение, выросшее из одного семени, способно

образовать до 5 000 000 таких семян. И это за один лишь год.

Однако для растения важно не только произвести определенное количество семян, но и обеспечить возможно более широкое расселение их.

Как уже упоминалось в начальных главах книги, у папоротников и многих других споровых растений расселение осуществляется посредством спор, разносимых ветром и водой. Способы расселения семян у цветковых растений более многообразны. Конечно, ветер и вода и здесь широко используются как посредники в расселении. Но к ним добавляется еще посредничество животных, а также использование механических сил, возникающих в самом растении, и, кроме того, многочисленные приспособления, позволяющие наиболее эффективным образом использовать перечисленных посредников.

КТО ДАЛЬШЕ БРОСПТ?

Очень и очень многие представители зеленого царства тем или иным способом разбрасывают семена.

Пожалуй, наиболее интересный пример — бешеный огурец. Плод этого растения, принадлежащего к семейству тыквенных, очень похож на своего родственника — на обыкновенный огурец, растущий на огородной грядке.

Согнутая крючком плодоножка бешеного огурца вдавливается свободным концом в полость плода. Вокруг нее образуется упругая ткань, которая препятствует раскрытию плода до его созревания. Когда семена бешеного огурца достигают полной зрелости, окружающие их мясистые ткани превращаются в слизистую массу. Ослизняется и упругая ткань вокруг плодоножки, не мешая теперь приводу в действие механизма раскрытия плода. Механизм этот представлен сильно напряженным и имеющим стремление расшириться слоем сочных клеток в стенке плода. Когда огурец отделяется от плодоножки, этот упругий слой, расширяясь, начинает с силой давить на содержимое плода. Семена вместе с окружающей их слизистой жидкостью выбрасываются из отверстия, образовавшегося на месте прикрепления плодоножки. Реактивная сила двигает плод в противоположную полету семян сторону, на неровностях почвы он разворачивается и

тем самым способствует разбрасыванию семян на еще более значительной площади. За это хаотическое движение плоды растепия и назвали бешеными огурцами.

Как видно из этого описания, бешеный огурец в момент разбрасывания семян похож на ракету...

Любопытный механизм разбрасывания семян есть у обыкновенной кислицы, растущей обычно под пологом изреженного елового леса и называемой также заячьим щавелем. В кожуре каждого семени кислицы образуется особая набухающая ткань. Конструкция механизма в принципе сходна с таковой у бешеного огурца: внутренний слой семенной кожуры состоит из сочных клеток и напряжен. К моменту созревания семян напряжение за счет увеличивающегося набухания клеток растет, внешние слои уже не могут противостоять давлению и лопаются. Граничащие с местом разрыва края наружного слоя кожуры молниеносно отвертываются назад, а заключенное в кожуре семя получает сильный толчок и «выстреливает» в образовавшуюся щель.

Во многих семействах есть виды растений, выбрасывающие семена в момент растрескивания сухого плода — боба или коробочки — и винтового закручивающа его створок. В стенке плодов этих растений два — один сочный, другой твердый — слоя клеток, косо тянущихся от одного до другого края створок. При высыхании наружного слоя сочных клеток упругие силы твердого слоя раскрывают створки плода и мгновенно скручивают их винтом, выбрасывая при этом в стороны сидевшие внутри семена.

Если створки плода короткие, то скручивание их ограничивается полуоборотом или одним винтовым оборотом. Длинные створки скручиваются на 2—3 оборота и более.

У эшольдии от растения активно отделяется — отскакивает — целиком весь плод с созревшими семенами. Достигается это за счет того, что при высыхании створок плода в них возникает упругое напряжение, которое, достигнув предела, отрывает их от ложа плода.

Обычно плоды подобных растений, созревая, занимают положение, которое обеспечивает наиболее беспрепятственное разбрасывание семян. Если, например, до созревания плоды были скрыты под листьями, то перед растрескиванием их плодоножки принимают иное

положение и выносят плод на открытое место. Семена у растений, имеющих разбрасывающие механизмы, обычно имеют форму шара, яйца или чечевицы. Выбрасывание их почти всегда происходит под углом, близким к 45° , при котором, как известно, обеспечивается наибольшая дальность полета.

Растения, разбрасывающие семена, обычно произрастают в таких местах, где по тем или иным причинам невозможно использовать иные, более, пожалуй, эффективные пути расселения, такие, как посредничество ветра или животных. Чаще всего они обитают в глухих уголках леса, где почти не бывает ветра и где редко проходят звери.

Однако часто разбрасывание семян сочетается с другими способами их расселения. Не случайно, например, известная всем недотрога чаще всего раскрывает свои сухие плоды именно при прикосновении к ним. Ведь в этом случае семена летят вслед прошедшему мимо животному и имеют шанс запутаться в его шерсти или путешествовать с помощью его пог.

Бешеный огурец, который, как будто бы сам разбрасывает свои семена, тоже часто использует посредничество животных. Когда животные проходят по зарослям бешеного огурца, к их шерсти прилипают окруженные слизью семена. В местах отдыха животные чистятся, освобождаясь от прилипших к ним вместе с мусором семян, и тем самым способствуют расселению их.

Способы разбрасывания семян, при которых используется упругость стеблей или плодоножек, раскачиваемых порывами ветра, можно сравнить с древним метательным орудием — пращей.

Так, у некоторых сложноцветных плодовые корзинки поддерживаются прямым, сравнительно длинным и упругогибким стеблем. К моменту созревания плодики растения отделяются от коротких плодоножек и свободно лежат на дне цветочной корзинки или на окруженном покровными чешуйками цветоложе. Как только стебель под порывом ветра или задетый проходящим мимо животным согнется, а затем упруго распрямится, плодики выбрасываются из своих гнезд и отлетают на значительные расстояния, тем более что подчас они снабжены летучками — теми или иными приспособлениями, облегчающими полет по ветру.

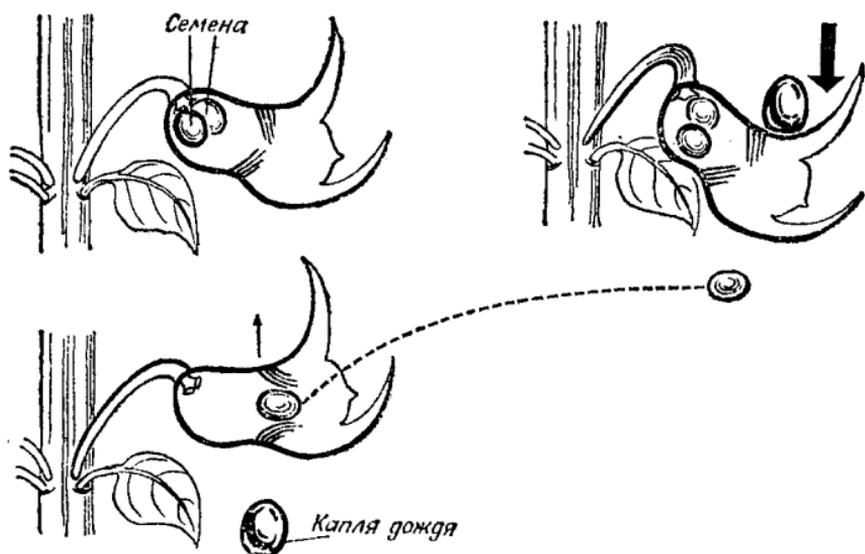


Рис. 31. Во время дождя коробочка с семенами под тяжестью упавшей капли опускается и семена скатываются в углубление. Как только давление снимается, упругость плодоножки возвращает коробочку в первоначальное положение, а семена с силой выбрасываются.

Построенные по тому же принципу метательные приспособления есть у многих ирисовых, лилейных, примул и норичниковых, с тем лишь отличием, что у них на прямом упругом стебле сидит не корзинка, а коробочка и выбрасываются из нее не плоды, а семена. Они обычно достаточно крупны и тяжелы и лишены летучек. Коробочка поставлена так, что устье ее направлено вверх. Открывается оно только в сухую погоду. Как правило, коробочка сравнительно глубока, поэтому только сильные колебания стебля могут выбросить из нее семена.

Весьма оригинален способ разбрасывания плодов у губоцветных. Их плоды имеют вид шаровидных или эллипсоидных орешков и во время созревания скрыты на дне чашечки, которая похожа на опрокинутый колокольчик, направлена устьем вверх и посажена на упругой, обычно дугообразно изогнутой ножке. Если падавить сверху на жесткие кончики зубцов чашечки, то ножка натягивается, подобно пружине. Как только давление снимается, ножка резко возвращается в прежнее свое положение, а скрытые в чашечке плодики орешки с большой силой выбрасываются наружу.

Направление полета плодов задается либо нижними зубцами, загнутыми вверх наподобие полозьев, либо, в некоторых случаях, жесткими упругими волосками, расположенными в трубке чашечки. Роль этих волосков можно в известной степени сравнить с ролью винтовой нарезки в ружейном стволе.

В природе разбрасывание плодов губоцветных может происходить под действием сильных порывов ветра, под ударами попадающих на край чашечки дождевых капель, при задевании их теми или иными животными, в том числе и достаточно крупными насекомыми.

ПЛОДЫ ПОЛЗАЮЩИЕ И ПЛОДЫ СКАЧУЩИЕ

У целого ряда растений на самих плодах или на опадающих вместе с плодом остатках околоцветника есть щетинки — очень жесткие и очень гигроскопичные, меняющие объем при малейших колебаниях влажности воздуха. Таковы, например, плоды щетинконосных злаков: элимусов, эгилопсов, некоторых видов ржи. Сходные приспособления встречаются у плодов сложноцветных и клеверов. Упомянутые щетинки обычно покрыты зазубринками, напоминающими жало рыболовного крючка, или мелкими жесткими волосками, направленными все в одну сторону под острым углом к оси плода. Сухой плод волосками или зазубринками цепляется за неровности почвы. С повышением влажности воздуха плод удлиняется и точку продвигает вперед. Когда влажность понижается, щетинки не позволяют ему отодвигаться назад. Так при постоянно изменяющейся влажности воздуха он медленно, подвигаясь на доли миллиметра, отползает от того места, где упал на землю.

У таких злаков, как овес, плоды имеют ости, которые отходят от основания кроющих чешуй, крепко спаянных с плодами. Ости коленообразно согнуты. Участок ниже колена закручен винтом и необычайно гигроскопичен. Колебания влажности вызывают то еще большее закручивание его, то раскручивание. Вследствие этого часть ости, находящаяся выше колена, поворачивается то в одну, то в другую сторону.

Может случиться так, что при таком повороте ости копчик ее резко соскользнет с маленькой неровности почвы или с какого-либо лежащего на ней предмета, на-

пример с соломинки. Это движение подбросит плод вверх — он совершит маленький прыжок.

У одного из видов овса прыжки происходят и без помощи посторонних предметов. Две ости плода этого растения закручиваются в противоположных направлениях, при этом обычно перекрещаются, давят одна на другую и, наконец, с сильным толчком соскальзывают одна с другой. Плод при этом подсакивает.

Расстояния, на которые передвигаются ползающие и прыгающие плоды, обычно невелики и редко достигают даже одного метра. Но этого достаточно, чтобы плоды нашли наиболее приемлемый для их прорастания закоулок почвы и вбуравились в нее винтовым движением или цепляясь за ее неровности зазубринками. В условиях засушливых, а тем более малоснежных степей эта способность плода углубляться в почву особенно важна.

У плода ковыля, помимо винтообразного бурава, сходного с закрученной остью овса, по более внушительного по размерам, имеется еще пушистая метелка. Степной ветер может отнести его далеко от материнского растения, а бурав помогает пашедшему пристанище плоду углубиться в землю.

СПОВА ВОДА И ВЕТЕР

Нужно заметить, что оригинальные механизмы для расселения плодов и семян за счет собственных сил развиваются лишь там, где немислимо посредничество ветра, воды или животных. В большинстве случаев используются именно перечисленные агенты разноса.

В литературе достаточно часто встречается упоминание о далеких путешествиях кокосовых орехов. Пальма словно заранее заботится о расселении своих семян: ствол ее непременно имеет наклон в сторону морского прибоя. Орехи падают в волны, уносятся морскими течениями и, пристав где-то к берегу, дают начало новым пальмам. Так заселяются ими даже далекие, подчас безжизненные ранее коралловые острова.

В расселении семян растений могут участвовать не только океанские течения, но и стоячая вода небольших водоемов, ведь на самом-то деле она не настолько уж стоячая, не неподвижная. Напротив, она находится в непрерывном движении: ее перемешивает ветер, в ней перемещаются слои с разной температурой. Многие



Рис. 32. Иерихонская роза.

семена водных растений расселяются этими небольшими течениями и даже, чтобы не быть ввергнутыми в вечный круговорот, имеют специальные приспособления для «закоривания».

Очень своеобразен в этом отношении водяной орех — чилим. Каждый из его плодов имеет две пары накрест расположенных шипов, развившихся из чашелистиков. Пока плоды не созрели, шипы защищают их от поедания животными, которые не прочь полакомиться вкусным семенем ореха. В зрелом состоянии, когда плод оторвется от материнского растения, шипы помогают ему зацепиться на дне пруда за остатки отмерших растений.

Часто в распространении тех или иных семян участвуют и вода и ветер. Семена многих болотных осок передвигаются хотя и по воде — по поверхности ее, — но при помощи ветра. Кожица их плода состоит из сухой губчатой ткани и служит для покоящегося внутри семени и лодкой и парусом одновременно. Похожим образом передвигаются по поверхности воды и расселяются плоды рогоза и некоторых кувшинок.

Говоря о роли воды в расселении растений, не следует подразумевать лишь водоемы и течение в них. Немалое значение имеет и дождевая вода, и даже просто влажность воздуха, о которой нам уже пришлось говорить, рассказывая о ползающих плодах.

В средние века крестоносцы и паломники, посещавшие малую Азию, вывезли оттуда любопытное растение, названное ими иерихонской розой. В пору, когда созревают семена, ветви этого растения дугообразно загибаются внутрь, и многочисленные его плоды оказываются защи-

ценными крепкой решеткой от возможных врагов. В таком положении иерихонская роза остается все время, пока сухо. Но стоит лишь слегка обрызгать ее водой, она буквально на глазах начинает распускаться, ветви ее распрямляются и расходятся в стороны, а плодики раскрываются.

В диком виде иерихонская роза растет в сухих степях Аравийского полуострова и в АРЕ. Созревание семян ее приходится на начало долгого засушливого периода. Если бы семена растения были рассеяны тотчас, как только они созрели, это привело бы лишь к их гибели: часть их была бы съедена животными, часть развеяна ветром и занесена песками. Потому-то растение и хранит их до прихода зимнего дождя, капли которого отрывают плодики от широко распластанных стеблей, вымывают из них семена и способствуют их углублению в почву.

Многие приспособления семян к распространению ветром широко известны. Нет, пожалуй, человека, который ни разу в жизни не забавлялся, раздувая пушистый шарик соплодия одуванчика с легкими его плодиками, снабженными маленькими парашютиками. Таких растений, семена которых оснащены летучими пушинками, множество. Небезынтересно отметить, что хлопчатобумажные ткани смогли возникнуть и существуют именно благодаря приспособлению семян хлопчатника к такому полету. Ну, конечно же, здесь пришлось приложить руку и человеку, чтобы путем отбора распространить те растения хлопчатника, которые давали наибольшее количество пуха и не делали слишком неугомонных попыток уступить его на ветер.

Пушинка может поднять в воздух лишь очень легкое и маленькое семя или плодик. Более крупные бывают снабжены крыловидными отростками, которые можно видеть у плодов клена или березы. У некоторых видов клевера роль крыльев выполняют высохшие лепестки цветка или чашелистики.

Многие плоды растений сухих степей не летят по ветру, а, подгоняемые им, скользят по поверхности почвы или песков. Устройство их вполне соответствует этой цели. В частности, плоды некоторых степных зонтичных достаточно крупны — имеют размер лесного ореха. Но масса их при этом паразитально мала — всего около 0,08 г. Даже несколько таких плодов, положенные на

ладонь, почти неощутимы. И даже легкое дыхание сметает их.

Есть совсем мелкие семена, сравнимые, пожалуй, с цветочной пылью, которые, даже не имея специальных приспособлений для полета, легко подхватываются ветром. Это, например, семена подбельника, каждое из которых имеет массу 0,000 003 г. Впрочем, форма семени облегчает им полет: они уплощены, а оболочки их шероховаты.

Наконец, всем хорошо известны перекасти-поле. Не один вид степных растений использует перекачивание куста ветром для расселения семян. При таком способе семена осыпаются не все вдруг, а постепенно, и растение имеет возможность «выбирать» наиболее подходящие места обитания.

В СЛАДКОЙ УПАКОВКЕ

Не раз в этой книге приходилось говорить о целесообразности тех или иных приспособлений и механизмов живой природы. Не следует, однако, думать, что природа имеет в виду ту или иную осмысленную цель, создавая эти механизмы. Нецелесообразное оказалось просто нежизнеспособным или менее жизнеспособным и вынуждено было уступить более приспособленным для жизни в данных условиях организмам.

И поэтому, как ни парадоксально, пушилка одуванчика, цепкий крючок на плодике чертополоха и сладкая, душистая мякоть, окружающая семена малины или лесной земляники, — суть однозначные с точки зрения эволюции приспособления, преследующие одну и ту же цель — расселение семян.

Каждый, конечно, обращал внимание на красочные грозди плодов рябины в безлистом осеннем саду. Всем известно и то, что эти плоды охотно поедают в бескормные зимние месяцы зимующие певчие птицы.

Семена, заключенные в плодах рябины, имеют очень прочную оболочку. Пройдя через пищевой тракт птицы, они сохраняют способность к прорастанию, после того как вместе с экскрементами будут выброшены из ее кишечника вдали от материнского растения.

Конечно, так распространяются не только семена рябины, но и семена всех растений, имеющих сочные и

яркие плоды. Эти плоды привлекают не только птиц. Всем известно, что лесной малиной, например, не прочь полакомиться медведь, тоже таким образом участвующий в расселении ее семян.

При желании любой читатель назовет еще десятки примеров расселения семян подобным образом. Поэтому стоит упомянуть здесь лишь об одном растении — паразитной омеле, расселение которой без посредничества птиц было бы просто-напросто невозможно.

Дело в том, что омела паразитирует на ветвях диких и садовых деревьев. И иначе, как только на дереве, приклеившись к ветви его, семя этого растения прорасти не сможет. Собственно, семени, как такового, в сочных беловатых плодах омелы, которые охотно склевывают птицы, нет. В центре плода расположен зародыш, окруженный эндоспермом и желатинообразной, очень липкой оболочкой (из нее, кстати, приготавливают отличный клей). Если зародыш, пройдя через желудочно-кишечный тракт птицы, будет выброшен вместе с пометом просто на землю, он погибнет. Только попав на ветку дерева, зародыш прочно приклеится к ее коре и следующей весной пустит агрессивный росток, который внедрится в живые ткани дерева и, питаясь его соками, разовьется в новое растение омелы.

СЕМЕНА-«НАЕЗДНИКИ»

Наверное, каждому не раз приходилось счищать с одежды цепкие колючки разных растений. Когтевидные или крючковатые зацепки встречаются у плодов многих представителей разных семейств: у некоторых клеверов, сложноцветных, мареновых, зонтичных, злаков и других. Животные, конечно, совсем непреднамеренно соприкасаются с такими растениями и не по доброй воле таскают на себе непрошенных «наездников». Напротив, колючки часто раздражают их, и при первой возможности животные стараются освободиться от них. Но семенам это и нужно. К тому моменту, когда животному удастся избавиться от прицепившихся к шерсти колючек, они, как правило, находятся уже на значительном расстоянии от материнского растения.

Цепкие плоды растений, обитающих в наших широтах, конечно, доставляют зверям, а подчас и нам, людям,

мелкие неприятности. Но они ни в какое сравнение не идут с теми просто-напросто бедствиями, которые причиняют домашним и диким жвачным цепкие плоды одного из африканских растений. Крупные, достигающие величины вороньей лапы, они, если животное нечаянно наступит на такой плод, обхватывают копыто, например, козы и впиваются в ногу острыми «когтями». Дикая боль заставляет животное бежать, куда глаза глядят. Иногда проходит несколько дней до той поры, пока коробочка плода треснет и своеобразный капкан упадет с ноги.

Иногда плоды не прицепляются, а приклеиваются к телу животного при помощи липких веществ, выделяемых специальными железами. Так происходит, например, с плодами некоторых шалфеев. А у тропической раффлезии — той самой, цветок которой не имеет себе равных по величине, — или у нашего дальневосточного пучкоцвета содержимое плода к моменту созревания превращается в липкую массу, в которой плавают многочисленные мелкие семена. Проходящие мимо животные часто наступают на такие плоды, и липкое содержимое их вместе с семенами приклеивается к лапам и копытам. Кстати говоря, такие растения, как правило, растут вдоль звериных троп. Семена пучкоцвета распространяют чаще всего дикие кабаны и олени. А семена раффлезии — не даром же это самый крупный в мире цветок! — часто совершают путешествия на ногах слонов.

Впрочем, подчас для того, чтобы совершить путешествие на чужих ногах, семенам даже не надо быть ни цепкими, ни клейкими.

Чарлз Дарвин однажды насчитал в комочке земли, снятом с лапы рябчика, несколько десятков семян самых разных растений. Из них 82 семени, посаженные исследователем в почву, дали проростки. По-видимому, именно так, с прилипшими к ногам прохожих комочками грязи, распространяются вдоль дорог семена сорных и иных специфически придорожных трав.

Заметное участие в распространении семян принимают и насекомые, главным образом муравьи. В частности, одному из авторов этой книги неоднократно приходилось наблюдать, как муравьи растаскивали упавшие на землю семена марьянника. Интересно, что приманкой для насекомых служит своеобразный мясистый придаток, развивающийся на семени этого растения. (Вот и еще

один вариант приспособления, с помощью которого обеспечивается расселение семян! Правда, вариант подражательный — в этом придатке можно усмотреть сходство с мякотью сочных плодов). Муравьи уносят семена в свои подземные ходы. Это и нужно растению. Там, под землей, семена окажутся в тесной близости к корням других растений и смогут присосаться к ним, ведь марьяник — растение паразитное.

Закапчивая рассказ о семенах-путешественниках, следует упомянуть, что изучение того, как расселяются растения, важно не только для общего знакомства с законами растительного царства, но и для практики. Например, для успешной борьбы с сорняками, осаждающими культурные поля. Чтобы предупредить их нашествие, надо знать и особенности их созревания и прорастания, и пути их к полям.

РОСТОК ТЯНЕТСЯ К СОЛНЦУ

Итак, семя попало на тот клочок почвы, где ему суждено прорасти и дать начало новой жизни — новому растению, на котором вновь распустятся цветы и вновь созреют семена. Семя перестает быть семенем. Но, пока оно не стало растением, мы должны еще пройти до самых крайних границ предмета эмбриологии растений — проследить становление нового организма.

В разнообразии способов прорастания семян у разных растений природа столь же щедра на варианты, как и в осуществлении всех других процессов развития растения. Нам уже неоднократно приходилось упоминать об этой щедрости. Но снова подчеркнем то обстоятельство, что она имеет причиной своей разнообразие условий жизни на земле и всегда оправдана с точки зрения соответствия этим условиям.

Выше нам уже пришлось рассказать о своеобразных способах прорастания у заразики и повилики, а также о прорастании орхидей. А каковы же типичные случаи?

Их два. Различают **надземный** и **подземный** способы прорастания семян. В первом случае корешок, выпущенный семенем, остается в почве, а семядоли с почечкой выносятся на поверхность. Во втором случае семядоли остаются в почве и даже не выходят из семенной кожуры, а на поверхность, к солнцу, выносятся лишь почечка с первичными листьями. Разница эта связана прежде всего с тем, что семена разных растений неодинаково обеспечены запасом питательных веществ. Основное

пазпачение семядолей — снабжать питанием прорастающий зародыш. Если запасов питания в семени вполне хватает для развития проростка до поры, когда у него разовьются настоящие корни и листья, прорастание идет по подземному типу. И семядоли в этом случае лишь «перекачивают» питательные вещества из своих тканей или из эндосперма в растущие ткани зародыша. Если эти запасы в семени не слишком велики, семядоли выносятся над поверхностью почвы, в них образуется хлорофилл и они начинают работать как настоящие листья: создают посредством фотосинтеза органические вещества и посылают их во все органы проростка.

Надземное прорастание часто встречается у двудольных растений. В качестве примера можно рассмотреть прорастание семени тыквы. Это достаточно крупное семя сплющено с двух сторон, на одном конце округло, а на другом сужено и косо притуплено. На суженном конце в кожуре его есть маленькое отверстие, сквозь которое при прорастании выходит корешок зародыша.

Рассыпанные по земле семена тыквы всегда ложатся на ее поверхность одной из плоских сторон. Они легко прилипают к комочкам почвы, особенно в тех случаях, если на семени остались ткани плода. Прямой зародыш, заключенный в семени, занимает при этом положение, параллельное поверхности почвы. Корешок проростка, лишь только он покажется из семени, тотчас погибает и врастает в почву, где быстро развивает боковые ответвления и крепко сцепляется с землей. Подсемядольная часть стебля, в которую постепенно переходит корешок, также сначала растет вниз, но лишь очень короткое время. Вскоре она изменяет направление роста и начинает тянуться вверх, к свету. Вслед за этим семядоли вытягиваются из оболочки семени, что осуществляется довольно легко, поскольку и оболочка и корешок — опора стебелька — независимо друг от друга достаточно прочно сцеплены с землей. Но все же необходимо определенное усилие, и потому первичный стебелек в момент выхода семядолей из кожеры семени изгибается, становясь похожим на петлю, выпуклая сторона которой обращена кверху. Но вскоре стебелек распрямляется и выносит к свету высвобожденные семядоли, которые расходятся по сторонам его и начинают отныне отдавать проростку не только ранее запасенные в семени питательные ве-

щества, но и вновь созданные в процессе фотосинтеза. Подземное прорастание свойственно большинству однодольных растений, в частности злакам, имеющим семена, у которых основной запас питательных веществ скапливается в эндосперме. Семядоли в этом случае выполняют главным образом роль передатчиков питательных веществ и, в соответствии с этой функцией, имеют в своем строении многие черты гаусториальных органов (присосок), которыми оснащены паразитные растения. У пшеницы, например, часть семядоли разрастается и превращается в особое образование — щиток. Краевые клетки щитка и выполняют роль гаусторий. Они во время прорастания семени (и активного всасывания питательных веществ из эндосперма) удлиняются в 10—12 раз и становятся очень похожими по строению на всасывающие клетки в гаусториях паразитной повилики.

Щиток присутствует в семенах всех 4000 видов злаков и, по существу, всегда устроен одинаково.

У семян осок, камышей, нарциссов, алоэ, канн, бананов и пальм зародыш погружен в эндосперм, а семядоля, отходящая от подсемядольного колена, снабжена гаусториальными клетками только на своей вершине и только здесь находится в тесном контакте с эндоспермом. При прорастании семядоля вытягивается в длину и выдвигает из глубины семени первичный стебелек вместе с почечкой и корешком.

Очень своеобразно прорастают пальмы, которые обычно обитают в областях, подверженных сильным засухам. Проросток их сразу же после выхода из семени резко изгибается и проникает в более глубокие, всегда несколько влажные слои почвы. У некоторых пальм выдвигающийся из семени влагалищный участок семядоли сравнительно короток. У финиковой и кокосовой пальм он, напротив, очень удлинен и достигает порой полуметровой длины. Порой проходят месяцы, пока у семени кокосовой пальмы, например, проростком будет использован весь запас питательных веществ и он перейдет на самообеспечение. У многих растений, как однодольных, так и двудольных, семена прорастают так, что в этом процессе сочетаются черты как подземного, так и надземного способа. Например, у иных видов лука семядоля, выполняющая сначала лишь функцию транспортировки питательных веществ к зародышу, после того как эти вещества

будут использованы, покидает семя, пробивается на поверхность почвы, зеленеет и начинает выполнять функции обычного зеленого листа. Таково же поведение семядолей и у куколя.

И наконец, у представителей как однодольных, так и двудольных даже в пределах одного семейства можно встретить и надземный и подземный способ прорастания. Такое разнообразие, в частности, можно наблюдать у бобовых: если фасоль разворачивает семядоли над землей зелеными листиками, то горох прячет их в земле.

Следует сказать о том, что, хотя понятия о подземном и надземном типах прорастания общеприняты в ботанике, они не вполне точны еще и потому, что у целого ряда растений семядоли ведут себя, как при подземном прорастании — остаются внутри семени на протяжении всего периода развития проростка, но в то же время само семя находится не под землей, не в почве, а на ее поверхности. Подчас семя даже начинает прорастать прямо на материнском растении.

Пожалуй, учитывая подобные факты, правильнее было бы говорить о листовом способе прорастания, когда семядоли способны к фотосинтезу и выполняют функцию листьев, и гаусторнальном, когда семядоли остаются внутри семени и выполняют лишь роль передатчиков питательных веществ от эндосперма к зародышу.

В самом деле, можно ли, например, назвать подземным прорастание семян мангровых деревьев?

Мангровые деревья иногда называют живородящими растениями. Густые, подчас просто непроходимые заросли их образуются в тропических широтах на самом



Рис. 33. Зародыши мангровых деревьев, начинающие развиваться еще на материнских ветках, — самые крупные и самые «взрослые» из зародышей.

океанском берегу, в приливной полосе, которая периодически покрывается морской водой.

Вот как прорастают семена у ризофоры — одного из мангровых деревьев. Семя «оживает» еще в плодике, не потерявшем связи с веткой материнского растения. Первичный стебелек, заканчивающийся зачатком корешка, прорывает оболочку плода и растет вниз. Сросшиеся семядоли, которые окружают почечку и похожи на повернутый вверх устьем колокол, размещаются внутри семени и плода и «перекачивают» их питательные вещества в ткани все более разрастающегося первичного стебелька и корешка. Материнская ветвь также участвует в снабжении зародыша, и оп, все еще соединенный живой связью с материнским растением, растет так на протяжении нескольких месяцев. В конце концов первичный стебелек достигает 30—50 см в длину и 2 см в толщину, до 0,5 кг массы — пожалуй, это самые крупные из всех известных зародышей!

Нижний конец зародыша ризофоры заострен и выгнут наподобие шила. Ветер раскачивает его и, наконец, отрывает от плода у основания семядолей, так что последние остаются внутри семени, по-прежнему спрятанного в плоде. Проросток стремительно падает вниз, пробивая острым своим концом даже полуметровый слой воды, внедряется в слой ила на дне и остается прямо торчать в нем. Если оп по каким-либо причинам не сумел воткнуться в ил, то плавает на поверхности воды: рыхлая ткань его пронизана множеством воздушных межклеточных ходов. За счет содержащегося в них воздуха проросток дышит и не погибает, даже сплошь залитый приливной волной. Молодые растеньица, которые не смогли воткнуться в дно, увлекаются волнами и течениями и, «пристав» к берегу где-то далеко от родных мест, укореняются там. Так расселяются мангры.

Как видим, семядоли в семени ризофоры выполняют лишь роль передатчиков питательных веществ от эндосперма (и от материнского растения!) к зародышу и не становятся листьями, хотя и никогда не опускаются даже на землю — не то, что под нее.

Другой пример надземной, но гаусториальной функции семядолей дают семена уже известной нам омелы, прорастающие в воздушной среде, на ветвях деревьев. Семядоли омелы бесцветны, во время развития остаются

внутри семени и лишь транспортируют питательные вещества из эндосперма к прорастающему зародышу.

Интересно, что корневой конец зародыша приобретает вскоре после выхода из семени ярко-зеленый цвет. В нем образуется хлорофилл и, поскольку развитие зародыша омелы происходит на свету и в воздушной среде, здесь идут процессы фотосинтеза и корешок, таким образом, сам помогает себе в получении пропитания. В этот момент своей «биографии» корешок имеет даже устьица — как настоящий лист. Однако трудовая деятельность корешка на благородном поприще созидания органического вещества при посредстве фотосинтеза продолжается очень недолго. Вскоре он внедряется в кору чужой ветки, и молодая омела начинает паразитическую жизнь за счет соков растения-хозяина.

СКАЛЬПЕЛЬ В РУКАХ БОТАНИКОВ

До сих пор, рассказывая об эмбриологии растений, мы останавливались лишь на описании тех процессов, что происходят в растении, и на общебиологическом значении этой отрасли науки. Но в задачи эмбриологии, как и всех других наук, входит не только познать суть явлений, а и уметь управлять ими. Слова о науке, которая становится сегодня непосредственной производительной силой, в полной мере относятся и к эмбриологии растений.

В главе, посвященной цветению растений, мы уже рассказывали о тех заманчивых для сельского хозяйства перспективах, которые открыли бы глубокое и полное познание механизмов, управляющих этим процессом. К сожалению, в этом направлении успехи еще незначительны. Но в целом эмбриология растений уже немало дала практике. Проникновение в тайны развития живых организмов помогает ботаникам активно воздействовать на самые интимные процессы жизни растений. И уже в 20-х годах нашего века из теоретической эмбриологии выделилась многообещающая отрасль исследований — экспериментальная эмбриология растений, которая вооружает практиков конкретными методами воздействия на развитие зародыша.

ГИБРИДЫ. ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Предыстория экспериментальной эмбриологии растений начинается с того времени, когда в практике селекционной работы начали применять гибридизацию — скрещивание неродственных растений с целью получения потомства, обладающего ценными свойствами и признаками обоих родителей. Первый искусственный гибрид от скрещивания двух сортов гвоздик был получен английским садоводом Ферчайлдом еще в начале XVIII в. Гибрид этот называли «растительным мулом», ибо наибольшей известностью в те времена пользовалась гибридная помесь лошади и осла — неприхотливый и выносливый мул.

Однако известие об удаче Ферчайлда было скептически встречено ботаниками. Как мы уже знаем, в те времена отрицалось само разделение растений на два пола. Тем более сомнительной казалась возможность гибридизации. К тому же этот скромный опыт садовода не обещал как будто бы каких-либо важных хозяйственных перспектив и потому не был подхвачен. Первые доказательства большого практического значения гибридизации растений были представлены русским ботаником академиком И. Кельрейтером уже во второй половине XVIII в. Получив потомство от скрещивания виргинского и перуанского табаков, он отметил его более быстрое по сравнению с родительскими формами развитие и большую мощность. Впоследствии эта «вспышка» жизненных сил у гибридов первого поколения получила название гетерозиса. Кстати, природа этого явления остается неясной до сих пор и над выяснением ее трудятся многие ученые.

Но в практике получение гибридных — гетерозисных — семян применяется сегодня очень широко, особенно при возделывании кукурузы. Сейчас во многих странах, в том числе и у нас в Советском Союзе, кукуруза, идущая на товарное зерно, выращивается почти исключительно из гибридных семян. И это несмотря на то, что производство таких семян — длительный и трудоемкий процесс. Для получения наибольшего эффекта выводят угнетенные самоопылением родительские линии. Семь поколений подряд растения отцовского и материнского сортов в отдельности тщательно оберегают от «чужой» пыльцы. Из года в год потомки самоопыляющихся линий ста-

новятся все более и более чахлыми. Лишь на восьмой год линии отцовского и материнского сортов скрещивают между собой, а на девятый из гибридных уже семян получают могучие растения, которые дают обильный урожай, с лихвой возмещающий затраты на кропотливую и долгую предварительную селекционную работу.

Но значение гибридизации состоит не только в получении потомства первого поколения, обладающего повышенной жизнеспособностью.

Когда-то человек обратил внимание на пищевую ценность злаков и бобовых, овощных и плодовых растений и ввел их в культуру. Несколько позже его заинтересовали волокна хлопка, льна, конопли. И эти растения тоже были «приручены» им, стали возделываться на полях. Непрерывное стремление улучшить используемые растения привело к тому, что человек стал оставлять для размножения только семена от лучших экземпляров: их ценные хозяйственные качества передавались потомству. Такую работу по улучшению возделываемых культур Чарлз Дарвин назвал искусственным отбором.

Часто, однако, случается так, что качества, которые человек хотел бы найти в одном растении, обнаруживаются у растений, принадлежащим к разным, хотя и родственным, видам или разным сортам культурных растений. Тогда-то, чтобы сочетать эти качества, приходится прибегать к скрещиванию, к гибридизации.

Но живая природа «устроена» так, что растения, принадлежащие к разным видам, не могут свободно скрещиваться.

Для получения нового растения — межвидового гибрида — нужно, во-первых, чтобы пыльцевое зерно, перенесенное из тычинки одного растения на рыльце другого, могло прорасти на этом рыльце; во-вторых, чтобы образованная этим зерном пыльцевая трубка нормально росла в тканях столбика и завязи материнского растения и длины ее хватило для прорастания спермиев в зародышевый мешок; в-третьих, чтобы ядра спермиев смогли соединиться с ядрами яйцеклетки и центральной клетки и дать начало зародышу нового живого организма. Но и это еще не все. Нужно, чтобы зародыш нового растения имел, особенно на первых порах своей жизни, все необходимые для его развития условия.

Часто при гибридизации случается так, что обеспече-

ние этих условий — нормального опыления, оплодотворения и развития зародыша — становится очень трудоемким делом, задачей, которая требует больших и долгих усилий многих исследователей.

НЕВОЗМОЖНОЕ — ВОЗМОЖНО!

Предположим, что селекционеру потребовалось скрестить два зацветающих в разное время сорта риса или ячменя. Еще недавно такое скрещивание было бы невозможно: пыльцевые зерна риса и ячменя очень быстро теряют способность к прорастанию.

Чтобы ликвидировать этот разрыв во времени созревания пыльцы и семян у двух исходных для скрещивания сортов растений, пришлось разработать методы длительного хранения пыльцы. Исследования позволили выяснить, что для длительного сохранения жизнеспособности ее необходимы пониженная температура и влажность. Искусственно создавая эти условия, удается сохранять жизнеспособную пыльцу ранних сортов до зацветания поздних и осуществлять таким образом ранее невозможные скрещивания. Например, пыльца злаков (отличающаяся тем, что очень быстро теряет способность к прорастанию) сохраняла в искусственных условиях свою жизнеспособность в 30 раз дольше, чем в природе. В некоторых опытах пыльца яблони при температуре 2—8° С и влажности, равной 50%, оставалась живой в течение 4,5 лет, а пыльца вишни — даже в течение 5,5 лет.

Препятствием для межвидового скрещивания может оказаться длина пыльцевой трубки, выросшей из пыльцевого зерна отцовского растения. Бывает так, что она имеет меньшую длину, чем столбик цветка материнского растения, и спермии именно поэтому не могут проникнуть в зародышевый мешок. Убедившись, что успеху скрещивания препятствует именно это обстоятельство, некоторые исследователи срезали рыльце материнского цветка и наносили пыльцу прямо на укороченный столбик. Это подчас приводило к желаемому результату.

Но не всегда пестик со срезанным рыльцем оказывался способным воспринимать чужую пыльцу. Точнее, сама пыльца не хотела прорасти вне привычной среды рыльца, покрытого клейкими выделениями и более рыхлого, чем другие ткани пестика. Эмбриологам все же и в

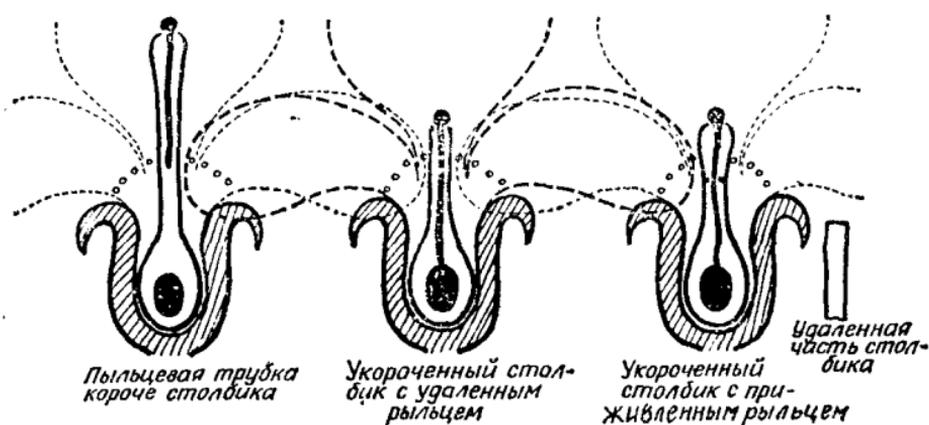


Рис. 34. Если межвидовой гибридизации препятствует высота столбика, при которой пыльцевая трубка не может дорасти до зародыша, делу помогает несложная операция: в одном случае грубая — срезают часть столбика вместе с рыльцем; в другом более тонкая — столбик укорачивают, но к оставшейся части приживляют рыльце, чтобы создать наилучшие условия для прорастания пыльцы.

этом случае удалось «перехитрить» природу. Они вырезали среднюю часть столбика, а верхнюю его часть вместе с рыльцем приживляли к нижней; так получался цветок со значительно укороченным пестиком. Пыльца проросла, и пыльцевые трубки достигали зародышевого мешка.

Однако даже такое укорачивание пестика не всегда приводило к желаемому результату. Поэтому исследователи попытались вводить пыльцу с помощью шприца непосредственно в завязь материнского растения. Такой способ искусственного опыления долгое время не удавался. Но в последние годы стало известно несколько удачных опытов. Ботаники считают этот способ многообещающим и надеются, что со временем он будет широко освоен селекционерами.

Индийским ученым удалось добиться успеха в осуществлении еще одного любопытного метода искусственного опыления растений. Они вырезали из цветков одного из видов мака отдельные семяпочки и помещали в стерильные пробирки на питательную среду. Туда же помещали и пыльцевые зерна этих растений. Пыльца активно проросла, многие пыльцевые трубки достигли семяпочек и оплодотворили их.

ОПЕРАЦИЯ НА СЕМЕНИ

Надо сказать, что затруднения в получении межвидовых гибридов далеко не исчерпываются перечисленными выше случаями. Нередко бывает так, что пыльца прорастает нормально, пыльцевые трубки дорастают до завязи и ничто, казалось бы, не препятствует оплодотворению, но оно все-таки не происходит. Почему это получается и как можно помочь природе обойти препятствия? К сожалению, ни на первую, ни на вторую часть этого вопроса эмбриологи пока еще не знают ответа.

Но бывает так, что пыльца хорошо проросла, мужские и женские зародышевые клетки объединились — произошло оплодотворение. Далее должен следовать этап эмбрионального развития гибридного зародыша. Должен... но не всегда следует. Нередко случается так, что рост зародыша по какой-то причине приостанавливается. Плод растет, но семена в нем оказываются недоразвившимися.

Если нарушения роста и развития гибридного зародыша происходят не на самых ранних этапах, то беду, оказывается, можно поправить. Молодые зародыши извлекают в этом случае из семян и выращивают их на искусственной питательной среде. По выражению видного индийского эмбриолога растений П. Магешвари, эта операция напоминает кесарево сечение у животных, при котором недоношенный плод извлекают из тела матери и выхаживают в своеобразном инкубаторе.

Первые успешные опыты такого рода были проведены еще в 1904 г. Немецкий исследователь Е. Ганпиг, работавший с представителями семейства крестоцветных, сумел вырастить растения из зародышей, которые в момент извлечения их из семян имели в длину всего 1,2 мм. Его попытки выращивать на искусственной среде еще более молодые зародыши успеха не имели. Однако уже само по себе открытие этого способа было событием весьма примечательным.

Через двадцать лет после опытов Ганпига немецкий же исследователь Ф. Лайбах, используя метод искусственного «воспитания» зародышей, сумел решить несколько практически важных задач. Он культивировал зародыши, извлеченные из незрелых гибридных семян льна, и получал таким образом жизнеспособные растения. Впоследствии к тому же методу выращивания зародышей па

искусственной среде обратились и другие ботаники-эмбриологи, вдохновленные хозяйственно-значимыми результатами опытов Лайбаха.

Большая и интересная работа в этом направлении уже много лет ведется у нас в стране. Так, например, в Крыму, в Никитском ботаническом саду ее проводит ботаник А. И. Здруйковская-Рихтер. Цели ее труда вполне конкретные, рожденные требованиями садоводов, которые хотели бы иметь отличные раннеспелые и урожайные сорта черешен и персиков. Путь выведения новых сортов известен: гибридизация, скрещивание. Но получению гибридных семян мешает то обстоятельство, что в межсортных скрещиваниях черешен и персиков, если в качестве материнского растения берется рано созревающий сорт, зародыши в семенах остаются недоразвитыми — плоды созревают и опадают еще до того, как созреет семя. Чтобы помочь зародышу-гибриду вырасти и стать плодоносящим деревом, исследователь попытался вскрывать скальпелем твердую оболочку недоразвитых семян и помещать зародыши в стерильную питательную среду. Полученные проростки пересаживались затем в стерильный песок, увлажненный питательным раствором, а затем и в почву. Со временем из зародышей-искусственников вырастили деревья, не уступающие в развитии своим собратьям, семена которых развивались естественным путем.

У злаков, пользуясь методом выращивания зародыша на искусственных средах, удается получать даже межродовые гибриды. Таковы, например, скрещивания элимусов (дикорастущих злаков, которые называют также волоснецами) и разных сортов твердых и мягких пшениц.

Элимусы — неприхотливые многолетние травы, обладающие целым рядом несомненных достоинств. Они засухоустойчивы и морозостойки. Ползучие корневища их хорошо закрепляют почву в тех местах, где она подвержена эрозии. Некоторые степные виды элимусов солевыносливы и растут даже на солонцах. А кроме того, в колосе элимуса содержится до 700 зерен! Соединить эти качества с качеством зерна пшеницы — заманчивая перспектива.

Однако селекционерам очень скоро пришлось убедиться в том, что при скрещивании пшениц с элимусами гибридные семена, если и завязываются, то остаются незрелыми, невсхожими. Для того чтобы все-таки вырастить

гибридные растения, оставалась лишь одна возможность — метод культуры зародышей.

Вскоре после окончания Великой Отечественной войны ботанику Е. В. Ивановской, использовавшей этот метод, удалось получить несколько гибридных растений от скрещивания пшеницы с элнмусами. К сожалению, эти гибриды оказались стерильными, бесплодными — они не завязывали семян. Тем не менее в последующие годы работа была продолжена и расширена. Е. В. Ивановская, а также академик Н. В. Цицин совместно с К. А. Петровой не только успешно вырастили пшенично-элнмусные гибриды с помощью метода культуры их зародышей на искусственной питательной среде, но и получили фертильные, способные к половому воспроизведению растения.

Вторая «служба» метода выращивания зародышей на искусственной среде относится к области преодоления длительного покоя семян. Последнее весьма сильно мешает селекционерам тем, что удлиняет сроки создания новых сортов. У присов, например, период покоя семян может продолжаться от нескольких месяцев до нескольких лет. Исследования показали, что задержка эта исходит от эндосперма, в котором, по-видимому, содержатся какие-то вещества, препятствующие прорастанию. Сам же зародыш в покое не пуждается. Извлекая его из семени и изолируя от эндосперма, а затем выращивая на искусственной среде, удалось достигнуть того, что растение проходило весь цикл развития — от семени до цветения — за один год. Если дожидаться естественного прорастания семян, то этот цикл растягивается на 2—3 года. Так удалось достигнуть значительного ускорения темпов селекционной работы с этим красивым садовым растением.

Столь же эффективным оказался этот метод при селекционной работе с яблонями. Обычно испытание семенного потомства новых гибридов требует весьма длительного времени — 3—4 года, ведь семена яблони, посаженные в почву, начинают прорастать только через 9 месяцев. Зародыши, извлеченные из семян и помещенные на искусственной среде, прорастали уже через сутки или двое и развивались необычно быстро.

Интересно упомянуть о том, что метод выращивания зародышей на искусственной среде нашел применение даже там, где, казалось бы, в нем и не было необходимости. Речь идет о селекции орхидей — ценных декора-

тивных цветковых растений. Разные виды орхидей хорошо скрещиваются и дают вполне зрелые гибридные семена. Но для прорастания их требуются особые условия: нужно, чтобы в почве присутствовал особый для каждой из орхидей вид гриба, грибные нити которого — мицелий — поставляют необходимые для роста семени питательные вещества. Это сложно. Орхидей в большинстве своем — выходцы из тропиков. Виды грибов, которые способствуют прорастанию их семян, естественно, тоже тропические. А потому до недавнего времени у нас в стране декоративные орхидей из семян вообще не выращивались и, конечно, мы были лишены возможности создавать новые сорта их.

Сотрудникам Главного ботанического сада АН СССР в Москве, в частности профессору В. А. Поддубной-Арнольди, удалось впервые в нашей стране разработать методику выращивания орхидей из семян в искусственных условиях. Здесь опять-таки незаменимым оказался метод культуры зародышей на искусственных питательных средах. Есть и еще одна область исследований, где экспериментальной эмбриологией также достигнуты весомые практические успехи. Речь пойдет об использовании гормонов роста.

В иных районах, например, помидоры выращивают в теплицах в течение всей зимы. Урожайность их подчас бывает очень низкой из-за того, что короткий зимний день и слабая интенсивность освещения в период цветения ведут к понижению жизнеспособности пыльцы. Многие цветки оказываются неопыленными и опадают, многие другие дают мелкие плоды. Как выяснилось, недостаточное развитие неопыленных плодов вызвано отсутствием в них определенного гормона роста — индолилуксусной кислоты. Когда применили обработку цветков этой кислотой, развивавшиеся из них плоды — даже и при отсутствии опыления — были столь же крупными, как и выросшие летом. Успех был очень убедительным, и метод искусственной гормонизации тепличных помидоров очень широко распространился во многих странах.

Эти немногие примеры далеко не исчерпывают всех практических проблем, над которыми работает экспериментальная эмбриология растений. Но они достаточно убедительно показывают, как достижения исследователей помогают практике.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕЧНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИЗНИ	
3	
ЗАГАДКА ЦВЕТКА	
8	
ЖИЗНЬ ЦВЕТКА	
33	
РАСТЕНИЯ-ИЗОБРЕТАТЕЛИ	
49	
В НЕДРАХ ЦВЕТКА	
80	
КОНЕЦ И НАЧАЛО	
86	
СЕМЕНА-ПУТЕШЕСТВЕННИКИ	
99	
РОСТОК ТЯНЕТСЯ К СОЛНЦУ	
112	
СКАЛЬЦЕЛЬ В РУКАХ БОТАНИКОВ	
118	

Эдуард Семенович Терехин
Роальд Михайлович Федоров

Жизнь цветка

Редактор *Э. С. Янчевская*
Обложка художника *В. С. Юдина*
Художественный редактор *В. Г. Ежков*
Технический редактор *Л. Я. Медведев*
Корректор *Л. П. Михеева*

Сдано в набор 12/VI 1974 г. Подписано к печати 15/VII 1975 г., 84×108¹/₃₂. Бумага типогр. № 2. Печ. л. 4,0+цв. накидка 0,125. Услов. л. 6,72+цв. накидка 0,21. Уч.-изд. л. 6,42+цв. накидка 0,21. Тираж 100 тыс. экз. Заказ № 2008.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 3-й проезд Марьиной роши, 41.

Отпечатано с матриц полиграфкомбинатом им. Я. Коласа Государственного комитета Совета Министров БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Минск, Красная, 23.

Цена 22 коп.