

II. ЕДИНСТВО МЕХАНИЗМА ЖИЗНИ.

Клеточка. Отсутствие границы между животным и растительным миром и внутреннее единство их делается бесспорным фактом в свете тех данных о внутреннем строении организмов, которые получены при помощи микроскопа. Он позволил с достоверностью вскрыть под самыми разнообразными воплощениями жизни один и тот же строительный материал—клеточку.

Учение о жизни превратилось в учение о клеточке.

Открытие величайшего орудия современного естествознания относится к началу XVII в. Честь его приписывается разным лицам: голландским оптикам братьям Янсенам (1608 г.), голландцу Дрегелиусу (1621 г.) и др. Однако прошло больше 200 лет, прежде чем микроскоп занял в научном исследовании то доминирующее положение, которое он сейчас занимает.

К тому же XVII веку относятся и первые сведения о скрытом от глаз строении органов растений и впервые выплывает на сцену знакомство с клеточкой, позднее занявшей центральное место во всех воззрениях новейшей биологии.

В 1665 г. вышла на английском языке книга Роберта Гука «Микрография или некоторые физиологические описания мелких тел, сделанные при помощи увеличительных стекол, с последующими наблюдениями и исследованиями». Сложный микроскоп, с которым работал Гук, был им же самим сконструирован и усовершенствован. Он впервые позволял пользоваться тонкой и грубой установкой. Все части его были выточены из дерева. Трубку микроскопа украшала резьба. Передвижение ее достигалось тем, что она ввинчивалась в кольцо, которое, в свою очередь, могло передвигаться по стойке штатива. Столик микроскопа не имел освещения снизу и позволял исследование предметов только в отраженном свете.

Гук не интересовал какой-либо специальный научный вопрос. Он рассматривал вообще микроскопическое строение мелких предметов. Среди них попал и кусочек обыкновенной бутылочной пробки. Тонкий срез ее оказался состоящим, как пчелиные соты, из множества мелких полостей или камер,

отделенных друг от друга перегородками. Гук и назвал их так же, как назывались по-английски ячейки сот—Cells (англ.), т.-е. cellulae (лат.) или клеточками. Он и не подозревал,

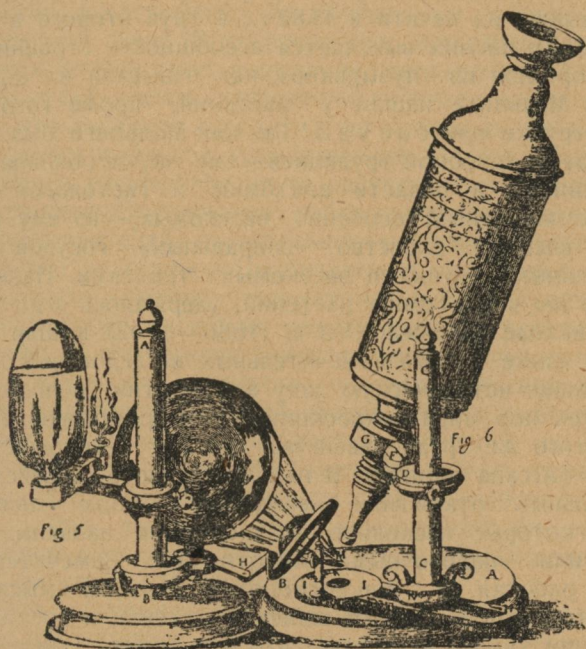


Рис. 18. Микроскоп, которым пользовался Гук.

какое будущее предстоит этому слову. Между прочим Гук высчитал, что на один кубический дюйм пробки приходится 1.259.712.000 таких клеточек.

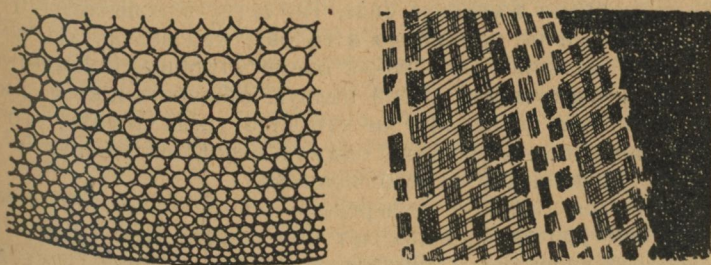


Рис. 19. Древнейшие рисунки ткани растения под микроскопом.

Через 6 лет, по любопытному совпадению, в один и тот же день, 7 декабря 1671 г., Лондонскому Королевскому О-ву были

представлены два сочинения, посвященные уже специально «анатомии растений». Одно из них принадлежало англичанину Неемию Грю (ассистент известного физика Бойля), а другое— выдающемуся итальянскому ученому Марчелло Мальпиги. Труд первого вышел из печати в 1682 г., а труд второго в 1675 г.

В обоих из них выясняется всеобщность строения растительных органов из «пузырьков», как называли их оба автора. И Грю, и Мальпиги нашли у растений, кроме того, волокна и полые трубки или сосуды. Так как Мальпиги был естествоиспытателем с широкой эрудицией—ему наука обязана многими исследованиями в области анатомии и гистологии человека и низших животных, особенно насекомых,—то ему бросилось в глаза внешнее сходство «спиральных» сосудов растений с дыхательными трубками насекомых—трахеями. Название это, введенное им в анатомию растений, удержалось и до сих пор.

На исходе того же XVII в. (1686—1702) вышли на голландском языке 4 тома замечательных исследований Левенгука, составляющие историческую дату в открытии неподозревавшегося до тех пор мира микроскопических организмов. Латинское издание того же труда Левенгука носило заголовок: «Тайны природы» (*Arcaena naturae*). В нем сообщалось о действительно поразительных открытиях невидимых глазом двигающихся существ, которые несколько позднее были названы «инфузориями» или «наливочными животными». Замечательно, что Левенгук работал не с микроскопом в обычном смысле слова, а с простой лупой. Он сам шлифовал стекла и достиг в этом направлении такого искусства, что мог иметь увеличение до 270 раз! Пользуясь подобным несовершенным орудием, он сумел различить даже бактерий и совершенно правильно различить их основные типы—палочки, кокки и спириллы, изобразивши их на рисунке.

Таким образом к началу XVIII века «клеточка» была уже известна как в связанном состоянии—в тканях растений, так и в свободном живущем виде. Но естествоиспытателям того времени даже и не приходило в голову, что результаты открытий Гука, Мальпиги и Грю—с одной стороны, и Левенгука—с другой, имеют между собой полную общность и когда-нибудь сольются в одно целое. Мог ли кто-либо тогда думать, что «подвижные животные» Левенгука окажутся родоначальниками всех растений, животных и самого человека?

Открытия XVII в. опередили свое время. В течение больше чем 100 дальнейших лет они лежали под спудом, без дальнейшего развития. Микроскоп, после первых блестящих опытов, был надолго заброшен, как орудие серьезного исследования. Гениальный натуралист XVIII в. Линней относился к нему с пренебрежением, как к игрушке. Интерес к клетке и вообще к микроскопическому строению пробуждается только в первой

трети XIX в., и с этих пор уже не только не прекращается, но, наоборот, прогрессивно растет, делает колоссальные успехи и становится во главу всего здания биологической науки.

Когда с начала XIX в. микроскоп был снова привлечен к научному исследованию, во взглядах на клетку произошел существенный сдвиг. В то время как исследователи XVII века в клетках видели лишь выражение пористого строения растений, подобно губке, теперь постепенно получает право гражданства взгляд, что растение состоит из клеток и что клетки могут иметь самостоятельное существование. На эту мысль неизбежно наталкивало расширение круга растительных объектов, подвергавшихся микроскопическому наблюдению. Исследование простейших представителей растительного царства—«водорослей»—показало, что от сложных растительных организмов, состоящих из множества клеток, незаметные переходы ведут к таким, которые состоят из весьма немногих рыхло связанных клеток, и, наконец, к совершенно самостоятельным одиночным клеткам.

Какая-нибудь «нитчатка» из числа тех, которые в виде зеленых шелковистых прядей развиваются в изобилии в стоячей воде, под микроскопом оказывается состоящей из расположенных в одну линию члеников-клеточек. Еще проще устроен зеленый налет, появляющийся на старых заборах, сыроватых стенах, коре деревьев. Под микроскопом он превращается в скопление отдельных круглых клеток с густым зеленым содержанием (водоросль *Pleurococcus*).

В то же время исследователи начала XIX в. продолжали считать за характерный постоянный атрибут клетки ее оболочку и игнорировали содержимое. Однако последнее постепенно завоевывало право на внимание.

В 1826 г. ботаник Унгер сделался свидетелем замечательнейшего явления—«превращения растения в животное». Он исследовал под микроскопом водоросль—вошерию (*Vaucheria clavata*). Для невооруженного глаза она имеет вид густых сплетений темно-зеленых нитей. Под микроскопом каждая нить представляет собой длинную трубчатую клетку с слизистым содержанием, в котором включены бесчисленные зеленые тельца.

Наблюдая вошерию в утренние часы между 8 и 9, Унгеру удалось подметить, что концы этих нитей булавовидно вздуваются, содержимое вздутой части отделяется от остального содержимого трубочки и через прорыв в верхушке оболочки проскальзывает наружу в воду в виде эллипсоидального тельца. Это последнее, словно вырвавшись из заключения на свободу, начинает быстро двигаться при помощи многочисленных тончайших выростов—ресничек. Описываемая нами «блуждающая спора» или «зооспора» (т.-е. животнospора) то направляется к свету и всплывает на поверхность воды, то снова убегает вглубь, то внезапно резко изменяет направление. Встречающиеся на пути

твердые предметы ею обходятся. По временам зооспора останавливается и затем снова возобновляет движение.

Так продолжается около двух часов. После этого отделившаяся часть вошерии пристаёт к какому-нибудь предмету, теряет подвижность, втягивает в себя реснички и выделяет по всей поверхности твердую оболочку. Растение, на короткое время «превратившееся в животное», теперь снова приняло образ растения, обычной растительной клетки. Через какие-нибудь сутки из него вытягивается такая же зеленая трубочка, с какой начался весь процесс.

Слизистое содержимое клетки, которое так ярко проявило свою самостоятельность в случае, поразившем Унгера, получило несколько позднее название протоплазмы (Г. Моль). С этим словом постепенно сочеталось представление о живом веществе, о субстрате, в котором совершаются загадочные процессы жизни.

В 1831 г. английским ботаником Робертом Броуном была открыта другая составная часть клетки—клеточное ядро. Оно в виде круглого, резко очерченного тельца заметно в растительных клетках даже при сравнительно слабых увеличениях. Ему было суждено в дальнейшем не только привлечь к себе внимание, одинаковое с протоплазмой, но и даже отодвинуть последнюю на задний план.

Открытие ядра повело к одному из тех великих обобщений, которыми движется наука и без которых факты, как бы они ни накапливались и как бы ни были сами по себе интересны, остаются сырым материалом. До сих пор учение о клетке приурочивалось исключительно к растительным организмам. Животные ткани под микроскопом представляют слишком отличную картину, чтобы их можно было просто свести к общему типу. Понадобилась живая творческая мысль, чтобы под различными внешними чертами установить единство сущности. Заслуга эта принадлежала талантливому немецкому ботанику Шлейдену и зоологу Шванну.

Первая треть XIX века, к которой относится заложение основ учения о клетке, характеризуется глубоким упадком интереса к теоретическому естествознанию. Учебники ботаники того времени, по характеристике Сакса, «были бедны мыслями и фактами, нагружены излишним балластом номенклатуры, вся обработка их отличалась тривиальностью и бездарностью». Подобное направление являлось само по себе понятной реакцией на пышный расцвет немецкой натурфилософии, которая злоупотребляла умозрительными рассуждениями в ущерб точному наблюдению и привела естествознание в бесплодный тупик. Но и обратное течение, сменившее натурфилософию, впало в крайность и превратило науку в мертвое безъидейное, хотя и усиленное накопление фактов.

Матиас Шлейден выступил горячим проповедником истинно философских задач научного исследования. Конечной целью ботаники, как части общего естествознания, он считал сведение «всех физических теорий к чисто математическим определенным основам». В качестве одного из методов, ведущих к этой цели, он выдвинул изучение истории развития. Названный принцип и был применен по отношению к строению растений.

Шлейдена интересовал вопрос, остававшийся до него без внимания, каким образом возникают новые клетки. Для решения его Шлейден, оставаясь последовательным, обратился к исследованию с самых ранних стадий развития растения — к моменту формирования зародыша в семенах. Сам по себе правильный принцип, однако, вследствие несовершенства методики привел Шлейдена к ошибочному выводу. Он представил образование клеток вроде процесса кристаллизации. Из однородной слизистой массы, как из маточного раствора, сначала выделяются ядра, а затем уж вокруг них происходит выделение твердой оболочки.

Наблюдения Шлейдена, при проверке их другими исследованиями, не подтвердились. Прочно был установлен основной факт, что клетки возникают лишь путем деления раньше существовавших клеток. Но, как это неоднократно повторялось в истории науки, ошибка дала толчок к дальнейшим плодотворным последствиям. Находившийся под влиянием идей Шлейдена, Шванн подвергнул сравнительному изучению ткани животных и растений на различных стадиях развития. В результате он пришел к выводу, что животные состоят из таких же клеток, отлагающихся вокруг ядер, как и растения. Растительная клетка отличается только, главным образом, присутствием резко выраженной оболочки. Но в некоторых случаях при сравнении растительных и животных тканей, в особенности эпителия (покровной ткани), сходство между ними должно быть названо поразительным.

Книга Шванна «Микроскопические исследования над сходством в строении и росте животных и растений» (1839) составила эру в истории учения о клетке. После нее накопившиеся разрозненные наблюдения и факты сразу слились в одно стройное целое, и клетка из исключительной принадлежности растительного царства превратилась в универсальную живую единицу. Между ботаникой и зоологией заложились прочное общее основание. Вместе с тем клетка постепенно утратила значение полости, ограниченной твердыми стенками. Оболочка перестала считаться за необходимую принадлежность клеток. Клетка, это — комочек протоплазмы с ядром. Термин «клетка», «клеточка» уцелел, как глубоко пустивший корни, но понимание его радикально изменилось.

Всеобщность клеточного строения организмов явилась красноречивейшим аргументом в пользу единства жизни. Все позднейшие открытия в области цитологии ¹⁾ давали лишь все новые и новые подтверждения этому положению. В особенности замечательны факты, установленные уже во второй половине XIX в. относительно способа возникновения новых клеток, — вопроса, на котором потерпел неудачу Шлейден.

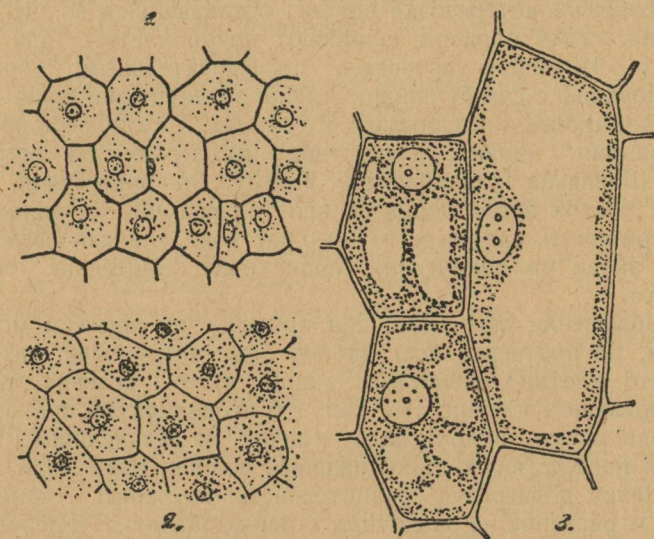


Рис. 20. Сходство формы растительных и животных клеток.
1. Кожица с листа растения. 2. Эпителий губки. 3. Типические растительные клетки во вполне взрослом состоянии.

Этот дальнейший этап в истории учения о клетке явился результатом введения новых методов микроскопического исследования. Прогресс последнего шел первоначально всецело в сторону достижения возможно сильных увеличений. Изобретением иммерсии ²⁾ в данном направлении был почти достигнут предел. Но техника нашла новый способ усилить видение микроскопа. Она воспользовалась свойством мертвой протоплазмы и ядра сильно впитывать в себя некоторые краски и делаться в таком состоянии гораздо более доступными для изучения деталей, чем в прижизненном виде. На искусственно раскрашенных препаратах оказалось возможным наблюдать такие подробности, которые на живой клетке ускользают от глаза при самых сильных увеличениях.

¹⁾ Цитология — учение о клетке.

²⁾ В иммерсионных системах между объективом микроскопа и покровным стеклом препарата вводится соединяющая их жидкая среда в виде капли воды (водная иммерсия) или кедрового масла (масляная иммерсия).

Уже данные Шлейдена установили факт, что образование новых клеток имеет прямую связь с ядром. Последующие исследования эту связь установили точнее. Оказалось, что при процессе деления клетки, дающем начало новым клеткам, почин всегда принадлежит ядру. Сначала делится ядро, а затем уже около молодых ядер обособляется протоплазма. Но только при употреблении искусственных окрасок в последние десятилетия XIX в. было сделано замечательное открытие, что деление ядра при образовании новых клеток происходит в высокой степени

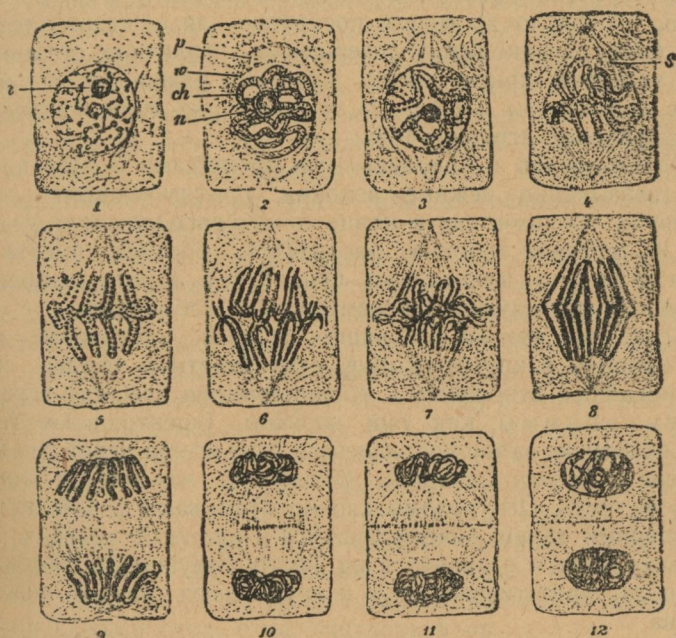


Рис. 21. Последовательные стадии деления клеточного ядра (кариокинезис). 1 Ядро до деления. 2. Стадия клубка. 3. Стадия материнской звезды. 4—8. Расщепление участков хроматина и передвижение к двум противоположным полюсам. 9—12. Формирование «дочерних» ядер.

своеобразным способом и что картина этого деления, получившего название кариокинезиса ¹⁾, в важнейших чертах протекает одинаково как в растительных, так и животных клетках.

Применяя названный метод исследования, удастся обнаружить, что в клеточном ядре имеются два вещества. Одно из них жадно впитывает краски и в окрашенном виде резко выступает на препаратах. За это свойство оно получило название

¹⁾ «Движение ядра» (греч.).

хроматина ¹⁾). Другое вещество, известное под именем линина ²⁾), образующее как бы сетчатый остов ядра, наоборот, почти не окрашивается.

В покоящемся ядре хроматин распределяется более или менее равномерно в виде зернышек по всему ядру. Когда же ядро начинает делиться, то частицы названного вещества обособляются в виде связной, но сильно перепутанной нити. В дальнейшем наблюдатель видит, что эта нить распадается на куски, получившие название хромозом («хроматиновых тел») и имеющие обыкновенно подковообразную форму. Установлено, что число хромозом постоянно для каждого вида, но может быть одинаковым у совершенно различных организмов. Так, у человека, крысы, сосны, лука оно равно 16, у мыши, улитки, саламандры, лилии—24, у некоторых мхов и червей—8, у ракообразного *Artemia*—168.

Одновременно с описываемыми процессами в ядре появляются чрезвычайно нежные волокна, протягивающиеся между теми двумя точками, где в конце концов расположатся дочерние ядра. К середине волокна расходятся, образуя вместе фигуру ядерного веретена. Они будут играть направляющую роль в последующих перемещениях хроматина.

Усиленные поиски тончайших деталей клеточного механизма открыли в клетке особые, едва заметные тельца, имеющие ближайшее отношение к возникновению ядерного веретена. Эти центрозоны, как они названы («центральные тела»), лежат вплотную около покоящегося ядра всегда парой (по крайней мере к началу деления). Около них замечается тончайшая лучистость. Центрозоны словно открывают собой какой-то молекулярный танец, совершающийся в процессе деления ядра. Они расходятся и становятся на место будущих полюсов. Их лучистости, протягиваясь друг к другу, дают начало волокнам веретена.

Центрозоны, однако, не являются обязательным условием кариокинеза. В растительных клетках их удается обнаружить, главным образом, лишь у простейших организмов—мхов, грибов, водорослей.

Обособившиеся хромозомы, увлекаемые невидимой силой, все располагаются в экваториальной плоскости веретена, т.-е. в его расширенной части. Так как при этом верхушки подков обращены внутрь веретена, а концы их кнаружи, то получается фигура, довольно удачно сравниваемая со звездой. Теперь по длине каждого куса проходит трещина, и вместо каждой хромозомы образуется две ей подобных.

¹⁾ Chroma—краска (греч.).

²⁾ Linon—нить (греч.).

С этого момента произошло разделение ядерного вещества. Под действием все той же невидимой силы дочерние хромозомы каждой пары начинают расходиться в противоположном направлении к «полюсам» веретена, т.-е. к точкам, откуда выходят его волокна. Здесь на время, из собравшихся вместе кусков хроматина, образуется снова по фигуре звезды на обоих полюсах, а затем хромозомы сливаются в нить, которая перепутывается, расплывается и дает ядра, сходные с материнским. Теперь, в виде заключительного акта, около новообразовавшихся ядер обособляется и протоплазма.

Таковы важнейшие подробности явлений, сопутствующих возникновению новых клеток. Они повторяются почти в тождественной форме как в клетке человека, так и в клетке какого-нибудь червя, дуба, мха. Если принять во внимание, что кариокинетическое парадирование хроматина есть вообще самое сложное, что до сих пор удалось видеть под микроскопом внутри клетки, то всеобщность описанного процесса во всем мире организмов, конечно, опять-таки неотразимо подтверждает их внутреннее единство.

Какая сила заставляет частицы хроматина проделывать вышеописанные движения? Ответить на это мы пока не умеем. Но бесспорно одно, что кариокинетическими перемещениями достигается возможно равномерное распределение хроматина между новыми ядрами. Вся совокупность накопившихся в настоящее время данных говорит за то, что в хроматине скрываются как бы зачатки всех свойств клеток и целого организма. Отдельные частицы хроматина содержат в себе различные зачатки. Вместе с тем, при кариокинетическом делении не просто одна половина частиц переходит к одному дочернему ядру, а другая к другому, а от каждой частицы достается по половинке вновь образовавшимся клеткам. Все равно, как если бы наследники при дележе имущества делили между собой поровну каждый стол, стул, скатерть и пр.

Таким образом при обычном образовании клеток путем деления новые клетки по скрытым своим свойствам вполне походят друг на друга и повторяют старые. Но оказывается, что опять-таки во всем мире организмов и у растений и у животных в известные моменты жизни происходит деление клеток по несколько иному типу. При нем так же, как и при обычном дележе наследства, родительское имущество делится только приблизительно поровну: одному достаются, скажем, стулья, а другому эквивалентное количество столов. Подобное деление связано с замечательнейшим актом в жизни клеток—половым размножением и известно под именем редукционного.

При половом размножении в отличие от размножения простым делением всегда происходит первоначально слияние двух клеток и в первую голову хроматина их ядер. В резуль-

тате каждый раз имеет место удвоение числа хромозом. Редукционное деление, однако, возвращает их к одной и той же норме. При нем не так, как при типичном кариокинезисе, делится каждая хромосома по длине, а целиком одна часть хромозом отходит к одной дочерней клетке, а другая к другой.

Благодаря редукционному делению половые клетки всегда содержат лишь половинное количество хромозом, и слияние их ведет лишь к восстановлению нормального числа.

Всеобщность редукционного деления, в частности вклинивающегося весьма разнообразно в ход развития организма, еще больше подтверждает единство клеточных процессов у растений и животных. И все развитие новейшей цитологии шло при постоянном взаимодействии изучения тех и других.

Механизм клеточной жизни.

С тех пор как среди естествоиспытателей создательсь глубокое убеждение, что в клетке нужно искать разгадку явлений жизни, неудивительно, что все средства новейшей микроскопической техники были направлены к открытию таящегося в ней механизма. Но тот, кто ожидает, пользуясь сильнейшими увеличениями, подметить в живой протоплазме и ядре сложное строение, сколько-нибудь соответствующее их замечательным жизненным проявлениям, испытывает полное разочарование. Вместо скрытых пружин и колес он видит только совершенно ничего не говорящее полупрозрачное слизистое вещество, в котором находятся лишь мельчайшие более плотные частицы. Вот и все.

Человеческому гению нет, повидимому, границ. Когда оказалось, что в увеличениях, получаемых в микроскопах обычного типа, достигнут почти предел и дальше идти некуда, изобретательность техники выдвинула на сцену ультрамикроскоп. В применении его использовано общеизвестное явление, что мельчайшие частицы чрезвычайно резко выделяются на темном фоне, будучи ярко освещены. Когда через щель ставни в темную комнату врывается луч солнца, то его путь кажется как бы полоской дыма от сделавшихся заметными бесчисленных пылинок, носящихся в воздухе. Так и в ультрамикроскопе, благодаря особому приспособлению, ярко освещенные объекты рассматриваются на совершенно темном поле зрения.

Ультрамикроскопическая картина напоминает ночное небо, на котором ярко сияют звезды. В ультрамикроскопе делаются видимыми такие подробности уже в живом состоянии, какие при употреблении обычного микроскопа заметны лишь при искусственной окраске.

Что же открывает ультрамикроскоп в живой протоплазме? Делает ли он видимым скрытый механизм жизни? Наконец, открывает ли он какое-нибудь существенное различие в протоплазме и ядре животной и растительной клетки? Ответ можно дать только отрицательный и притом безнадежно отрицатель-

ный. Ультрамикроскоп точно также не обнаруживает ничего хоть сколько-нибудь соответствующего сложности жизни и удовлетворяющего нашей пытливости. Под ультрамикроскопом живая протоплазма показывает лишь весьма заурядную картину строения, свойственного вообще растворам разнообразных коллоидных веществ (дающих с водой, собственно говоря, не растворы, а студни).

Много сделано попыток разгадать загадку механизма жизни путем исследования искусственно окрашенных протоплазмы и ядра. Техника исследований этого рода складывается из двоякой операции. Сначала исследуемые клетки подвергаются фиксации, т.-е. обработке различными веществами (например, спиртом, хромовой кислотой, уксусной кислотой и др.), которые свертывают вещества протоплазмы и ядра. После этого уже они кладутся в окрашивающую жидкость. В частности, методика фиксации и окрашивания в новейшее время достигла чрезвычайной разработанности и изощренности. Прогресс ее частью стоит в связи с блестящими успехами современной индустрии в области производства анилиновых красок, предоставившей в распоряжение микроскопии небывалое разнообразие красящих веществ.

Приходится сознаться, что результаты, полученные и этим путем, нужно считать поистине ничтожными. Взгляды различных исследователей на тончайшее строение клетки расходятся. Одни из них думают, что протоплазма представляет густую сетку, заполненную полужидким однородным веществом. Другие приписывают протоплазме строение из тесно перепутанных отдельных нитей, включенных в однородное вещество. Альтман выступил с совсем особым взглядом. По его учению, протоплазма и ядро состоят сами из еще более мелких живых телец или зернышек — гранул. Другими словами, по Альтману, клетка представляет собой колонию каких-то ультрамикроскопических организмов, вроде кокков из бактерий. Для понимания механизма клеточной жизни наибольшее значение имеет воззрение Бюкли, согласно которому протоплазма и ядро имеют строение тончайшей пены, состоящей из сложной системы мельчайших ячеек и разделяющих их временных перегородок. Взгляд Бюкли по крайней мере бросает свет на механизм клеточных движений. Наконец некоторые исследователи совсем отрицают в протоплазме наличность какого-либо одного постоянного физического строения.

Если бы даже тот или другой из приведенных взглядов и оказался правильным, то он все-таки очень мало помог бы нам ответить на те многочисленные «загадки» и «проклятые вопросы», в сопровождении которых вставал и до сих пор встает перед человеческим умом образ жизни.

У моря, у бурного моря полночного
Юноша-муж одиноко стоит.

В груди его скорбь, сомнением полна голова
И мрачно волнам говорит он:
О, разрешите мне жизни загадку,
Древнюю, полную муки загадку.
Уж много мудрило над нею голов—
Голов в колпаках с иероглифами,
Голов и в черных чалмах, и в черных беретях.
Голов в париках и тысячи тысяч других
Голов человеческих, потеющих, жалких... (Гейне).

Крайне простые и бедные разнообразием черты строения, которые открывает глаз в клетке при самых изощренных усилиях микроскопа, прежде всего не в состоянии нам объяснить характерного свойства жизни—ее бесконечного разнообразия, рассыпающегося, как стремительный каскад, на миллионы брызг, переливающихся всеми цветами радуги, всеми тонами звуков. Но даже и чисто фактическая сторона в выводах, сделанных на убитых и окрашенных клетках, не безупречна. Сложная искусственная окраска микроскопических препаратов превращает серенький однотонный вид клетки в своего рода футуристическую картину, сочную и пеструю, с резкими контрастными деталями. Но было бы неосторожно принимать все подробности ее за реальность, вполне соответствующую прижизненной структуре.

По крайней мере критическая работа А. Фишера показала, что окрашенные сетки, зернышки, ячейки, при известных способах обработки, можно получать и на таких веществах, которые сами по себе, как куриный белок, имеют совершенно однородное строение.

К таким спорным образованиям принадлежат лучистость центрозом и волокна ядерного веретена, воспроизводимые на окрашенных препаратах делящихся клеток. Они могут и не иметь характера каких-либо реальных образований, а быть лишь выражением определенных силовых линий, под влиянием которых частицы вещества располагаются в соответствии с ними. Так, напр., в форме такого же «веретена» располагаются железные опилки на бумаге между двумя полюсами магнита.

Химическая основа жизни. История естественно-исторических взглядов на жизнь есть длительная борьба двух основных воззрений, витализма и механизма. В течение многих веков и даже тысячелетий первый торжествовал. Явления жизни казались абсолютно необъяснимыми без какой-то жизненной силы, отмеченной явно сверхъестественным происхождением. Механизм мог лишь робко время от времени подавать свой голос. Хотя его сторонники существовали во все времена, но под их ногами не было сколько-нибудь прочной фактической опоры, а лишь дерзость скептицизма и субъективная уверенность в естественности всего земного.

Однако к середине XIX века успехи научного знания коренным образом изменили взаимоотношения двух названных взглядов. Механизм стал энергично наступать на витализм и вытеснять его. Укрепления витализма оказались в большинстве случаев очень слабыми и обветшавшими. Они начали падать одно за другим под натиском точной научной мысли. Но отступая шаг за шагом с территории, на которой витализм еще недавно безраздельно господствовал, он цепко хватается за каждое затруднение, встающее на пути механизма, за каждую малейшую возможность, хотя бы временно обольщать себя словами Дюбуа Реймона «Ignorabimus»¹⁾.

Бесплодие поисков физического строения протоплазмы и ядра, могущего объяснить сложные явления жизни, связанной с ними, как раз, как будто, дает витализму хорошее оружие против механизма. Не говорит ли оно, что и протоплазма и ядро в действительности служат лишь грубым материальным субстратом, через посредство которого проявляет себя в бесконечном творчестве таинственная жизненная сила, подобно тому, как искусство талантливого музыканта извлекает дивные симфонии из немногих струн или клавиш простого инструмента?

Но витализм ожидало полнейшее разочарование. Механизм, упершись в тупик в одном направлении, просто убедился, что он повел наступление не с той стороны. Стоило перенести центр тяжести поисков разгадки жизни в химию клетки, как жизненной силе снова пришлось отступать за ненадобностью. Причина безуспешности поисков в области физического строения клетки очень просто объясняется тем, что клетка не есть механическая мастерская с разнообразными производственными машинами, а в первую голову—химическая лаборатория. Как в этой последней центр тяжести кроется в тех химических веществах, которые проходят через нее, физика же сводится к стенкам колб и реторт, нагревательным печам и т. п., так и в клетке физическая структура, конечно, играет важную роль, но она играет роль лишь той необходимой обстановки, без которой не могут происходить химические реакции.

Здесь, однако, необходимо оговориться, чтобы поставить ожидания в должные рамки. Химия углеродистых соединений или органическая химия, в ведении которой находится по преимуществу лаборатория клетки,—одна из самых молодых научных ветвей естествознания. И, спрашивая у нее ответов, мы не должны забывать этого и не должны требовать от нее больше, чем она может пока дать.

Скончавшийся в 1914 г. благородный конкурент Дарвина Альфред Уоллес родился за 5 лет до того года, который счи-

¹⁾ «Никогда не будем знать».

тается датой начала современной органической химии. Другими словами, история последней пока что не выходит за пределы одной человеческой жизни!

Самое противопоставление органической химии неорганической относится к тому времени, когда думали, что вещества, образующиеся в живых организмах, обязаны своим происхождением специфической жизненной силе и не могут быть получены обычными способами. В 1828 г. известный химик Велер впервые получил лабораторным путем мочевины, и этим опровергнул существовавший до тех пор взгляд. После того органическая химия быстро встала на собственные ноги. Круг веществ, которые она стала готовить искусственно, чрезвычайно расширился. В своем победоносном развитии она начала уже вступать в конкуренцию с деятельностью лаборатории клетки. Одной из жертв ее сделалась культура марены (*Rubia tinctorum*). Это растение содержит в своих корнях великолепную красную краску—кrap. Культура марены приносила крупные доходы немецкой Силезии, Саксонии, в особенности некоторым французским провинциям. Наполеон III с целью содействия развитию краповой промышленности ввел в свою армию красные штаны. У нас в России разведение марены составляло сельско-хозяйственный промысел в Закавказьи. Открытие искусственного получения краски, сходной с крапом, из ализарина, в короткое время погубило всю названную индустрию.

В настоящее время органическая химия подошла уже вплотную к искусственному получению сахаристых веществ, и дамоклов меч если еще не висит, то собирается повиснуть над свеклосахарной промышленностью.

Тем не менее перед органической химией стоит еще труднейшая и вместе с тем притягательнейшая задача—завоевание области белковых веществ, составляющих, как теперь мы знаем, основу протоплазмы и ядра. Химия белковых тел, в порядке постепенности, есть детище наших дней. Еще не дальше, как в первые годы текущего столетия ей отводилось за полной неизученностью лишь самое скромное место в курсах органической химии. Но на наших глазах работами Э. Фишера и Абдергальдена в стене, отделявшей до сих пор эту область, пробита широкая брешь, и волна наступающей армии научного исследования уже вторгается в нее. Можно быть уверенным, что мы стоим накануне величайших проникновений в скрытую жизнь клетки. Пока же нам приходится мириться лишь созерцанием неясных пока далее этих широких горизонтов.

Уж самое первое соприкосновение с химией клетки, с ее основными белковыми веществами, сразу сталкивает нас с много говорящим фактом. В гармонии с исключительной сложностью явлений жизни и действующие вещества живой протоплазмы

и ядра—белки оказываются сложнейшими веществами, какие только химия знает. В состав их входят, как обязательные, пять элементов: углерод (C), кислород (O), азот (N), водород (H) и сера (S). В белках, особенно характерных для ядра клетки—нуклеинах, к названным элементам присоединяется шестой—фосфор (Ph). Частица белка отличается поистине колоссальной величиной. По Гарнеку формула, ее— $C_{204} H_{322} O_{52} N_{66} S_2$, а по другим авторам еще больше.

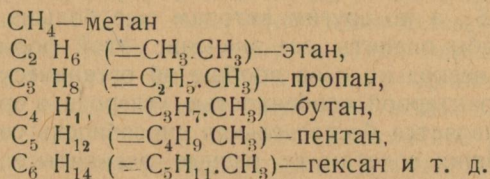
Чтобы оценить все значение этой формулы, необходимо сказать несколько слов вообще об органических соединениях.

Характерной особенностью углерода в органических соединениях является беспредельная способность связывать в разнообразнейших сочетаниях разные элементы и атомные группы. При этом в получающихся молекулах слагающие их элементы и атомные группы сохраняют значительную самостоятельность и подвижность, легко вступая в новые соединения с новыми свойствами. Поэтому органическая молекула представляет чрезвычайно благодарную почву для всевозможных химических перестановок, превращений, расщеплений и нового нарастания. Одним из ярких примеров подобной химической пластичности углеродистых соединений, крайне важным как раз для понимания биологических процессов, является образование изомеров¹⁾. Так называются соединения углерода, имеющие одинаковую формулу, но могущие резко отличаться друг от друга своими свойствами. Так, например, крахмал и вещество, из которого состоит хлопчатая бумага или вата,—клетчатка имеют один и тот же молекулярный состав— $C_6 H_{10} O_5$; не знающему химии едва ли это могло когда-либо притти в голову. Крахмал в воде, если и не растворяется, то при нагревании превращается в клейстер, клетчатка даже при длительном кипячении не изменяется. Если к крахмальному клейстеру прибавить капельку раствора иода, то клейстер сейчас же синеет. Клетчатка (чистая вата) от иода не окрашивается. Крахмал входит, как важная удобоваримая часть, в состав нашей пищи, клетчатка употребляется для изготовления нитей материй, бумаги и совершенно не съедобна. И тем не менее эти два вещества с одной и той же формулой, в растительных клетках легко превращающиеся друг в друга, и в частности, оба легко переходят в сахар, напр., при действии серной кислоты.

Чтобы понять, как объясняется возможность подобного, странного на первый взгляд, явления, мы остановимся на наиболее простом случае. Углерод может давать бесчисленное множество углеводородов, т.е. соединений, состоящих только из двух элементов—углерода и водорода. Так как углерод 4-атомный элемент, то соединение CH_4 , казалось бы, является

¹⁾ Isos—равный, meros—частица (греч.).

уже предельным, насыщенным. В действительности, однако из него можно получить беспредельный ряд все новых и новых углеводородов, если, напр., шаг за шагом замещать один атом водорода, так наз. метиловой группой (CH_3), в которой имеется одно свободное сродство. Таким образом у нас получится весьма правильно нарастающий ряд соединений, легко получаемых в лаборатории:

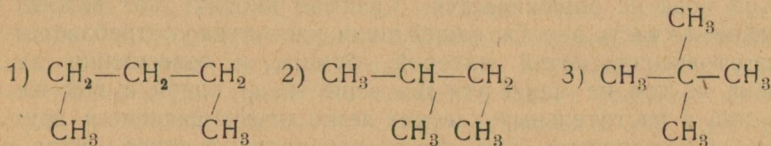


При этом оказывается, что, начиная с бутана, каждому новому углеводороду соответствует несколько изомерных соединений, притом тем больше, чем больше соответствующая молекулярная формула. Так, для бутана известно два изомера. Они получаются в зависимости от того, в какой атомной группе пропана атом водорода будет замещен метиловой группой. Их строение, кроющееся под одной и той же молекулярной формулой, будет неодинаково и может быть наглядно представлено так:



Очевидно два полученных соединения отличаются друг от друга не только взаимным расположением и числом сходных атомных групп, но и их характером. В первом изомере совсем нет группы CH , а во второй— CH_2 .

При замещениях метиловой группой атомов водорода в бутанах теоретически выводится и фактически получается уже 3 изомерных пентана:



Углеводород с формулой $\text{C}_7 \text{H}_{16}$ имеет уже 9 изомеров

»	»	»	$\text{C}_8 \text{H}_{18}$	»	»	18	»
»	»	»	$\text{C}_{11} \text{H}_{24}$	»	»	159	»
»	»	»	$\text{C}_{12} \text{H}_{26}$	»	»	355	»
»	»	»	$\text{C}_{13} \text{H}_{28}$	»	»	802	и т. д.

Мы видим, какое колоссальное количество внутренних перестановок атомных групп, ведущее к возникновению изомеров, возможно уже в пределах сравнительно небольшой частицы.

Что же можно сказать о цифре перестановок и изомерных соединений, возможных в белковой частице? По вычислению Абдергальдена, она не меньше 2.432.774.368.000.

Факт этот делает для нас сразу понятной возможность бесконечной множественности видов животных и растений и индивидуальности в пределах вида, несмотря на полное внешнее сходство их клеток. И человек, и всякое другое животное, и растение развиваются из яйцевой клетки, которая замечательно сходна во всем органическом мире. Яйцевую клетку человека, морского ежа, мха или водоросли недостаточно опытный глаз не сумеет даже отличить под микроскопом. Тем не менее в каждой из этих клеток скрываются собственные весьма постоянные наследственные свойства и из каждой из них развивается с неизменной точностью тот, а не другой вид животного или растения.

Но и в пределах одного какого-нибудь вида, уже при полном видимом тождестве клеток почти каждый индивидуум чем-нибудь отличается от другого. В большой толпе народа нельзя найти двух человек вполне сходных. Подобное бесконечное разнообразие конкретных воплощений жизни при внешнем крайнем однообразии микроскопической картины протоплазмы и ядра находит себе полное объяснение в существовании соответствующего числа изомерных белков.

В изомерии кроется разгадка одной из основных тайн жизни—ее ускользающего из рук неисчерпаемого разнообразия и в то же время проникающего его единства.

«Alle Gestalten sind ähnlich und keine gleichen den andern». (Все формы походят друг на друга, и ни одна не тождественна с другими.) (Гете.)

Итак, под кажущейся простотой микроскопического строения жизнедеятельных частей клетки скрывается возможность неисчерпаемого богатства образования химических веществ. Вместе с тем и жизнь, по существу, есть непрерывная смена химических процессов, протекающих то одновременно, то в определенной последовательности друг за другом. Из них основную канву образуют, нераздельно переплетаясь, питание и дыхание. На ней разворачивается рост и форма, движение и размножение. С волшебной легкостью определенные вещества, составляющие «пищу», подвергаются в клетке химической переработке и «уподобляются»—делаются сами составной частью клетки. Но, чтобы совершить эту работу, клетка все время поддерживает в своей чудесной печке горение и подбрасывает в нее топливо. Так как обычно накопление идет с избытком, то клетка растет. Но рост ее поставлен в очень узкие рамки и ведет к делению и размножению.

Химическая работа клетки, при сколько-нибудь благоприятных условиях существования, идет регулярно, гладко, как по

маслу. Роль этого «масла» играют особые замечательные вещества, вырабатываемые ею же—энзимы или ферменты. Ничтожного количества их достаточно, чтобы труднейшие химические взаимодействия протекали без видимого напряжения и в крупном масштабе.

Питание. Благодаря ферментам, сложная пища, поступающая в животный организм, подвергается в короткое время расщеплению и переходит в более простые, легко растворимые соединения. Одни ферменты превращают крахмал пищи в сахар, другие—белковые вещества расщепляют до слагающих их, так наз. амидокислот, третьи подвергают переработке жиры. В этом виде пища поступает в организм и здесь подвергается новой переработке при помощи тех же ферментов, ведущей к образованию сложных соединений организма. Клетка здесь поступает так же, как хозяин дома, когда он вносит в мастерскую громоздкие машины. Чтобы пронести их через дверь, он разбирает их на части для того, чтобы затем сложить вновь. Чтобы сделать это, необходимо иметь хорошие отвертки. Такими же отвертками служат ферменты.

Ту же самую или почти ту же работу приходится проделывать и при передвижениях сложных веществ из одной клетки в другую. При избытке питания, за покрытием расходов, организм имеет возможность отложить кое-какие запасы. В минуты жизни трудные они вновь съедаются организмом, при чем снова выступают на сцену ферменты.

Питание растительной клетки сопровождается значительно большей работой, чем животной. В то время как эта последняя лишь перерабатывает и приспособляет уже готовые сложные органические вещества, растительной клетке приходится самой их готовить. Животную клетку можно сравнить со спецом-поваром, который стряпает свои блюда из готовых продуктов, а растительную—с Робинзоном, который, прежде чем зажарить кусок мяса, должен пойти на охоту. Это обстоятельство и наложило на растительную клетку глубокий отпечаток, отразившийся неизгладимыми чертами на всем домохозяйстве растения. Впрочем, растительная клетка, в отличие от Робинзона, охотится за пищей не только для себя, но и для животных. Она является поставщиком органических продуктов для всего органического мира.

Материал, который служит растительной клетке для фабрикации сложных углеродистых соединений, имеется всюду: это углекислота воздуха и минеральные вещества почвы. Но их нужно соединить, а, главное, прежде всего отнять частицу горючего, богатого источника энергии, углерода из крепких об'ятий кислорода в углекислоте. Чтобы разложить угольную кислоту на ее составные части в лаборатории, приходится применять накаливание или сильный электрический ток.

Клетка совершает ту же химическую работу, опять-таки прибегая к ферментам и сходным помощникам. Благодаря им работа ее протекает без всякого шума, напряжения, незаметно, даже слишком незаметно. Вместо жара или электричества растение пользуется формой энергии, которая широко разлита в природе, но которой человек пользуется пока что только в фотографии—солнечным светом. В руках растения свет сделался могущественным волшебником, превращающим холодное недейтельное неорганическое вещество в неисчерпаемые запасы легко горючих углеводистых соединений.

Несмотря на все усилия, секрет, которым обладает химическая лаборатория растительной клетки, до сих пор физиологией не раскрыт. А обладание этим секретом обещает человеку, можно сказать, полное пересоздание всех форм общественной жизни. С ним встает вперед и перспектива искусственного приготовления основных пищевых продуктов на заводах, радикальная ломка сельско-хозяйственной промышленности, освобождение колоссального количества рук, обесценение земли и пр., и пр. Нужно иметь могущественную всеобъемлющую научную фантазию, чтобы охватить картину надвигающегося на человечество переворота во всем его объеме.

Смысл особенно-
стей раститель-
ной клетки.

Пока что, исследователю приходится довольствоваться рассматриванием самой лаборатории и ее оборудования и более или менее удачным отгадыванием назначения тех или других частей. Как ни далеки еще наши сведения о скрытых процессах, протекающих внутри клетки, уже и сейчас можно с полной уверенностью сказать, что особенности растительной клетки стоят в неразрывной внутренней связи с разложением углекислоты и усвоением углерода.

Исследования Шванна установили, что и растение и животное построены из одних и тех же клеток. Тем не менее растительные клетки имеют некоторые характерные отличия от животных, благодаря которым они раньше всего были открыты под микроскопом. Растительные клетки, во-первых, имеют твердую оболочку, во-вторых, внутри них находятся постоянные полости—вакуоли¹⁾, наполненные жидкостью—клеточным соком и, наконец, в их протоплазме, кроме ядра, обыкновенно находятся обособленные тельца белкового состава, называемые пластидами—хроматофорами²⁾. В тех частях растения, в которых, как в листьях, происходит разложение углекислоты, пластиды содержат в себе зеленое вещество—хлорофилл, о котором нам приходилось уже говорить.

¹⁾ От *vacuus*—пустой.

²⁾ В переводе слово «пластида» (греч.) значит: образовательница. Хроматофоры—носительницы краски или пигмента, так как пластиды обыкновенно бывают окрашены.

Что зеленые пластиды или хлорофилльные зерна имеют самое непосредственное отношение к созидательной деятельности растения, это факт незыблемо установленный. Без хлорофилла нет разложения углекислоты, без пластид нет хлорофилла. И если современная наука еще далека от точной разгадки, как совершается разложение частицы углекислоты при участии хлорофилльного зерна, то все же любопытный глаз человека может подсмотреть, как из этого микроскопического химического аппарата появляется в готовом виде какой-то продукт. В хлорофилльных зернах, после достаточно продолжительного пребывания на свету, видны мельчайшие блестящие крупинки. От действия раствора иода они чернеют. Перед нами, следовательно, крахмал.

Вооружившись терпением, появление крахмала можно проследить шаг за шагом. Для этого особенно пригодны клетки некоторых водорослей, у которых хлорофилльные зерна имеют очень большую величину. Так, у весьма обычной в стоячих водах нитчатки спирогиры (*Spirogyra*) в каждой клетке нередко находится всего по одному зерну в виде изящной, спирально согнутой ленты. И вот, если такую спирогиру положить под микроскоп и поставить перед последним хотя бы сильную керосиновую лампу, то, наблюдая в течение нескольких часов, можно прекрасно наблюдать появление и рост крупинок крахмала.

Проблема процесса усвоения углерода растением превратилась в проблему роли хлорофилла в этом процессе. Многочисленные исследования были направлены к тому, чтобы, с одной стороны, изучить его свойства: состав, условия образования и пр., а с другой—выяснить тот способ, каким хлорофилл помогает свету совершить свою работу разложения угольной кислоты. В результате этих исследований установлены факты, крайне интересные не только с точки зрения интригующего процесса, но также как прекрасная иллюстрация положения, что жизнь всюду одна.

Давно уж можно было догадываться, что есть что-то общее между пигментом растений—хлорофиллом и пигментом крови, принимающим столь важное участие в процессе дыхания у человека и животных,—гемоглобином. Хотя физиологическая роль того и другого вещества не тождественна, но нельзя отрицать ее сходства: оба они участвуют в основном газообмене, имеющем отношение к кислороду. И хлорофилл и гемоглобин для образования своего нуждаются в присутствии соединений железа. Тот и другой отличаются резко выраженными темными полосами в спектре.

Но только в новейшее время исследования Ненцкого и Мархлевского показали, что хлорофилл и гемоглобин действительно близко стоят друг к другу в химическом

отношении. В результате определенных химических реакций из них получаются почти тождественные производные химические вещества.

Тесная близость между названными пигментами, из которых один так характерен для растительного царства, а другой—для животного, оказывается, простирается и на их физиологическую роль. Гемоглобин крови служит важным посредником в процессе дыхания. Он входит в нестойкое соединение с кислородом воздуха в легких и затем отдает его всем клеткам организма. Но работы последних лет Вильштеттера приводят к заключению, что и хлорофилл точно также образует рыхлое соединение с углекислотой, в каковом эта последняя и подвергается распадению под влиянием специального фермента.

Наконец, обращает на себя внимание и третий пункт сходства. Гемоглобин связан с особыми тельцами—кровяными шариками, представляющими собой результат глубокого изменения клеток. Но и хлорофилл всегда связан не с клеткой вообще, а с особыми тельцами—пластидами. Есть основания, которых мы коснемся дальше, считать их также за некоторый рудимент сильно измененной клетки.

Кто бы мог подумать, что наука подтвердит естественно-историческую правду поэтических образов, охотно сопоставляющих рядом свежую здоровую окраску человеческого лица и растений:

А як вишня, як черешня
Ягідками ясна,
А молоденька та дівчинонька,
На личенько красна.

В свете этого единства жизни сделалось понятным, почему сходные ненормальные условия жизни вызывают очень сходные болезненные состояния у растений и у животных. Так, у тех и других наблюдается состояние «малокровия», которое получило и одинаковое название хлороза, данное совершенно инстинктивно в то время, когда о научном обосновании его не могло быть и речи. Причина его и тут и там лежит в нарушении усвоения железа. Точно также близкое влияние оказывает и на растение и на животное недостаток света. Если растения в темноте лишаются зеленой окраски, то и дети подвалов, сырых, плохо освещенных помещений имеют болезненный «этиолозированный» вид. И современная медицина, получивши теоретическую опору в учении об единстве хлорофилла и гемоглобина, начинает смело и успешно пользоваться светом как методом лечения, источником кроветворения.

Если присутствие зеленых пластид в растительной клетке бесспорно связано с ее синтетической химической работой, то связь с этой последней двух остальных особенностей строения растительной клетки точно также едва-ли может подлежать сомнению. Одним из ближайших последствий химической деятель-

ности растительной клетки является образование вакуолей, наполненных клеточным соком. Процесс синтеза крахмала и его дальнейший кругооборот связан в клетке с промежуточными веществами типа сахара. Сахар, вероятно, предшествует крахмалу и сахар же образуется из него, когда он должен перейти из клетки в клетку. Но сахаристые вещества жадно притягивают воду. Здесь, несомненно, кроется первоисточник появления скоплений клеточного сока в растительных клетках. Но вместе с тем то же обстоятельство, по необходимости, имело другое важное последствие: оно сделало обязательной для растительной клетки твердую оболочку.

Нетрудно убедиться под микроскопом, что клеточный сок не просто находится в растительной клетке, он ее растягивает с большой силой. Жизнедеятельная растительная клетка находится в состоянии напряжения или тургора. Если положить ее в достаточно крепкий раствор какого-либо вещества, притягивающего воду (глицерина, сахара), то под микроскопом можно видеть, как вследствие уменьшения количества сока в клетке и уменьшения тургора начинается спадение клетки. Протоплазма резко отстает от оболочки и съеживается в виде шара.

На основании подобных опытов вычислено, что сила, с какой давит клеточный сок на протоплазму в растительной клетке, равна обычно 3—5 атмосферам, а в отдельных случаях 10, 15—20 атмосферам и даже больше. Чтобы нагляднее представить себе всю значительность этих цифр, достаточно сказать, что в паровике курьерского поезда давление равно приблизительно 12 атмосферам, а в двигателе автомобиля—60—75.

Отсюда нам делается понятным, почему растительная клетка заключена в твердую оболочку. Роль последней та же, как чугунной или медной стенки в химической реторте, рассчитанной на реакцию с высоким давлением. Без оболочки растительная клетка была бы моментально разорвана.

Растительная клетка вместе с тем дает прекрасную иллюстрацию гибкости тех процессов, которые совершаются в ней. Образование сахара в связи с синтезом крахмала косвенно угрожает целостности клетки. Но маленькая молекулярная перестановка—и из сахара клетка получает вещество с такой же формулой, как крахмал, но с совершенно другими свойствами—клетчатку, вещество, из которого она строит себе превосходную скорлупу—чрезвычайно эластичную и в то же время прочную. Насколько прочны клеточные оболочки, показывают опыты с разрывом их. Волокно новозеландского льна выдерживает на 1 кв. мм тяжесть в 20 кило, не переходя предела эластичности (т.е. не утрачивая способности по прекращении растяжения возвращаться к первоначальному состоянию), между тем медная и железная проволока переходят названный предел уже под тяжестью 12—13 кило.

Крахмал и клетчатка, как мы уже знаем, представляют собой соединения всего трех элементов—углерода, водорода и кислорода, принадлежа к так наз. углеводам. Для образования их вполне достаточно, кроме углерода, получаемого из углекислоты, элементов воды. Но растительная клетка идет дальше и, пока совершенно не изученными путями, присоединяя к углеводам недостающие элементы, уж без особенного внешнего оборудования, получает окончательный продукт своих стремлений—«мясо»—белок. Изготавливаются и жиры, в состав которых входят также только три элемента, но в ином соотношении, чем в углеводах.

Растение, как и животное, поедает добытую им пищу. Теперь, когда начинается внутреннее перераспределение добытой пищи между отдельными клетками растения, оно превращается в настоящее животное. В нем происходит работа совершенно тождественных или очень сходных ферментов. Обыкновенно количество последних так ничтожно, что обнаружить их удается только с трудом. Но в отдельных случаях, когда происходит быстрая мобилизация больших запасов, ферменты могут быть легко выделены. Это бывает, напр., при прорастании семян. Зародыш, скрытый в них, пустившись в рост, нуждается в усиленном питании. Для первых шагов развития материнское растение снабжает его приличными запасами белков и углеводов или жиров. На счет этих запасов пристраивается и человек, когда он ест хлеб или гороховый суп.

Зерно, напр., пшеницы или ржи, как всякого вообще злака, по своему строению живейшим образом напоминает куриное яйцо, с тем отличием, что в этом последнем зародыш формируется только при насиживании, а в зерне злака он имеется уже в самом начале. Но и тут и там главную массу и зерна и яйца составляют запасные питательные вещества. Правда, соотношение в них белков, углеводов и жиров будет резко неодинаковое, но сущность дела от этого не меняется. Та часть зерна злаков, в которой отложены запасные вещества и к которой на одном конце прилегает совсем крошечный зародыш, носит даже неудачное название «белка», естественно напоминающее о курином яйце. Здесь слово «белок» употреблено не в химическом смысле, а в морфологическом, т.-е. оно обозначает особую ткань или клеточную массу, в которой отложены запасные вещества. Эти же последние у злаков состоят преимущественно из крахмала. Лишь тонкий слой клеток, находящийся под самой кожурой и сдираемых при молке муки с отрубями, набит исключительно действительно белковыми веществами. Употребление одного и того же слова для обозначения весьма различных предметов очень распространено в живом языке, и не следует, конечно, напр., смешивать «нос» человека с «носом» лодки или женскую «косу» с «косой» сель-

ского хозяина или «косой» — выступом суши. Но для избежания недоразумений запасную часть зерна злаков лучше называть более специальным научным термином — эндосперм¹⁾.

У зародыша злаков его единственный самый первый листочек семядоля (злаки принадлежат к однодольным растениям) превращен в особый присосок, который тесно примыкает к эндосперму и даже внедряется в него при помощи маленьких сосочков.

Когда начинается прорастание зародыша, он усиленно образует ферменты, которые через семядолю поступают в эндосперм и постепенно его разжижают и растворяют скрытые в нем запасы. Прорастающее зерно делается мягким и дряблым и, высасываясь зародышем, мало-по-малу пустеет.

В прорастающих зернах, соответственно с преобладанием в них крахмала, главным образом, накапливается и фермент, обсахаривающий этот последний, диастаз. Его действие совершенно такое же, как нашей слюны, благодаря ферменту которой — птialiну — крахмал пищи при жевании в полости рта переходит в сахар. Вместе с тем из прорастающих зерен злаков, а именно ячменя, получается мука — солод, богатая и сахаром и диастазом. На этом основывается употребление солода, с одной стороны, для приготовления пива (сахар служит материалом для спиртового брожения), а с другой, питательных препаратов, содействующих нашему собственному пищеварению.

Каждая хозяйка по опыту знает, что проросший картофель приобретает сладковатый вкус. И в нем прорастание связано с превращением крахмала в сахар. Когда во вторую половину лета начинают рыть молодой картофель, то материнский клубень, из которого образовалось новое растение, имеет жалкий вид сморщенного мягкого мешочка, содержимое которого «съели детки».

В семенах бобовых — гороха, фасоли, чечевицы зародыш также очень хорошо снабжен на первое время пищевыми запасами. Эти последние у них отложены в паре первых зародышевых листочков или семядолей и отличаются от злаков богатством белковыми соединениями. Зародыш злака это, можно сказать, настоящий вегетарианец, который «никого не ест», зародыш же бобовых — большой потребитель мяса, правда, растительного. И человечество в поисках мяса, которое не всегда легко дается, ощупью натолкнулось, как на хороший суррогат его, на семена бобовых, притом разных у разных народов и в разных странах. Недаром по библейскому преданию Исаа продал свое первородство за чечевичную похлебку. Чечевицу более южных народов в средней Европе заменяет горох, Америка оценила фасоль, а народы восточной Азии сою.

¹⁾ В переводе с греческого обозначает «находящееся внутри семени».

Гораздо реже растительная клетка безазотистые запасные вещества откладывает в форме жиров. Поэтому-то при употреблении растительной пищи—хлеба, картофеля, гороха—и чувствуется всегда недостаток и потребность в последних. В этом отношении между растением и животным существует маленькая противоположность, дополняющая друг друга. Животная клетка, наоборот, мало склонна к отложению углеводов и избытки их предпочитает переводить в форму жира. Однако, соответственно крахмалу и в животных имеется углевод—гликоген. Особенно много его содержится в печени. Гликоген имеет ту же самую химическую формулу, как крахмал ($C_6H_{10}O_5$), но является его изомером и отличается от него многими свойствами: он растворим в воде, иод не окрашивает его в синий цвет.

Следует заметить, что и в растительных клетках запасные углеводы отнюдь не всегда состоят из крахмала. Химическое искусство клетки неисчерпаемо; она словно делает опыты и пробует достоинства различных изомерных веществ. При этом наблюдаются даже прямо-таки крайности. Так, напр., у сложноцветных, куда относятся подсолнечник, георгина и мн. др., вместо крахмала отлагается особый углевод инулин ¹⁾. Его много в клубнях георгины. Он так же, как и гликоген, легко растворим в воде, содержится в клеточном соку, но в других отношениях хорошо отличается от гликогена. С другой стороны, в семенах пальм, например финиковой пальмы, запасные углеводы отлагаются в виде клетчатки. Правда, это не совсем та клетчатка, из которой обычно строится оболочка растительных клеток, но все же она чрезвычайно тверда. Косточку финика приходится рубить топором, а косточка другой пальмы (Phytelephas) по своей твердости не уступает кости и даже так и называется растительной слоновой костью. Она идет на такие же мелкие поделки, вроде пуговиц, фигурок, на какие идет и настоящая слоновая кость. Казалось бы, питаться подобным твердым веществом невозможно. Между тем зародыши названных пальм, выделяя соответствующие ферменты, превосходно справляются со своими запасами, тем более, что он может это сделать не торопясь, так как на них у него уж, действительно, нет никаких конкурентов.

Но по мере того, как химия углубляется все больше и больше в изучение бесчисленных веществ, фигурирующих в организмах, изоцряясь в методах исследования, каждый раз все прибывают факты, свидетельствующие, что и в растительной и в животной клетке по существу орудует все один и тот же химик. Гликоген животных оказался весьма распространенным и у растений, а именно у грибов. Факт этот

¹⁾ Получивший свое название от растения девья сила—Inula.

естественно связывается с тем обстоятельством, что грибы по способу своего питания должны быть названы отщепенцами среди растительного царства. Они предпочли черному труду зеленого растения более легкий химический труд животного и перешли к питанию готовыми органическими веществами в качестве паразитов-сапрофитов. Замечательно, что соответственно и весь химизм их клеток явно перестроился на животный лад. Не только крахмал у них заменился гликогеном, но, что, пожалуй, наиболее поразительно, их клеточная оболочка состоит уже в большинстве случаев не из клетчатки, а из азотистого вещества, сходного,—кто бы мог это подумать!—с хитином, из которого построены твердые части насекомых, напр. надкрылья жуков.

Когда просматриваешь все химическое творчество растительного царства, то невольно поражаешься его не только бесконечному богатству, но и какой-то причудливости, объяснить которую современное состояние науки пока не в силах. При этом постоянное прихотливое переплетание растительного и животного химизма проходит, как лейтмотив. Если у грибов почему-то неожиданно появляется хитин насекомых, то, пожалуй, еще более неожиданно у упоминавшихся уже раньше странных животных—асцидий, ведущих прикрепленный образ жизни, в облегающей их толстой оболочке в виде мешка вдруг обнаруживается присутствие растительной клетчатки.

С этой точки зрения появление растворяющих белки ферментов, сходных с животными, у насекомоядных растений, как ни поражает оно с первого взгляда, в действительности представляет собой сущий пустяк. Такого рода ферменты в своей жизни способны выделять каждая растительная клетка; у насекомоядных растений это выделение происходит лишь в значительно большем размере.

Одни и те же вещества вырабатываются и у растений и у животных. Гораздо любопытнее нередкие случаи, когда у растительных организмов вдруг появляется целая комбинация совершенно неожиданных веществ, переносящих нас в животное царство. Так, в связи с необходимостью привлечения в известные моменты жизни содействия насекомых, у растений внезапно оказываются в распоряжении такие вещества, которые им не свойственны, но сопровождают химию животных. Сюда относится появление отвратительно пахнущих азотистых веществ—типа индола, скатола, образующихся в кишечнике при гниении белковых тел и придающих знакомый запах человеческому калу, разлагающимся трупам и т. п. Химизм растительных белков, очевидно, протекает несколько иначе и не сопровождается столь антиэстетичными побочными продуктами. Но самая возможность образования их присуща и растительной клетке, что и позволяет ей в некоторых слу-

чаях весьма эффектно проявить свойство, таившееся, словно под спудом, где-то в кладовой.

Особенно непривычно встретить подобные запахи в цветах. Но факт остается фактом, и ботаника знает немало цветов, подчас не лишенных красоты и оригинальности, но букет из которых, вероятно, был бы принят за оскорбление, как какое-нибудь непристойное выражение. Но в данном случае подтверждается только истина, формулированная народной мудростью: с кем поведешься, от того и наберешься. Все подобные растения пользуются для своих целей—для переноса пыльцы с цветка на цветок услугами мух и других близких двукрылых, а также жуков-падальщиков. Но это все животные, тяготеющие как раз к самым неаппетитным веществам и запахам. Было бы, конечно, большой ошибкой думать, что гниющее мясо, испражнения, падаль привлекают насекомых в силу того, что названные вещи им «нравятся». В действительности, конечно, в них они находят привычную обстановку для своих личинок. Замечательно, что растения, приспособляясь к вкусам своих посетителей, обманывают их чувства не только запахом, но и одновременно соответствующей окраской. Они имеют характерную тусклую фиолетово-красную или коричневую окраску, свойственную гнилому мясу, или грязно-желтую, свойственную экскрементам.

Царицей не только цветов описываемого типа, но и вообще всех цветов в мире, по своей величине является знаменитая раффлезия Арнольдова (*Rafflesia Arnoldi*), открытая в 1818 г. на о-ве Суматре д-м И. Арнольдом. Трудно представить себе более своеобразное растение, скрывающееся в малярийных чащах девственного тропического леса и невольно вызывающего какой-то суеверный страх. Оно паразитирует на корнях тропической лианы, стелющихся по лесной почве. При этом гигантские цветы паразита, имеющие вид плоских чаш в полтора аршина в поперечнике, сидят прямо на поверхности хозяина, как будто принадлежат ему. Они имеют мясо-красный тон и издают запах падали. Посещаются цветы раффлезии многочисленными жуками-падальщиками, надкрылья которых, как это так обычно под тропиками, переливают «золотом и лазурью, смарагдом и опалом» (так говорит одно старое французское описание). Какое-то жуткое, чисто экзотическое сочетание всех контрастов жизни в духе сказок Шехерезады или рассказов О. Уайльда. Пышный брак, в котором невеста и жених одеты мертвецами, а гости кружатся в изысканнейших драгоценных нарядах!

Нашим бедным странам, где солнце так обидно долго заменяется печкой, приходится довольствоваться только воображением и мириться лишь слабыми подобиями. Но зато эти последние гораздо доступнее для наблюдения, и при желании видеть и исследовать они оказываются настоящими шедеврами природы.

Кстати сказать, в наших лесах ранней весной можно нередко натолкнуться на настоящую миниатюрную копию раффлезии. На старых сучьях, валяющихся на лесной почве и воспроизводящих змеевидные корни, ползущие по дну тропического леса, вы можете видеть прекрасные чашечки фиолетово-красного цвета, в поперечнике сантиметра $1\frac{1}{2}$ —2. Но это даже не цветы, а шляпки гриба (*Peziza*), тело которого, как и тело раффлезии, целиком скрыто в древесине. На поверхность оба эти растения, столь чуждые друг другу по своему систематическому положению, но близко родственные по своему

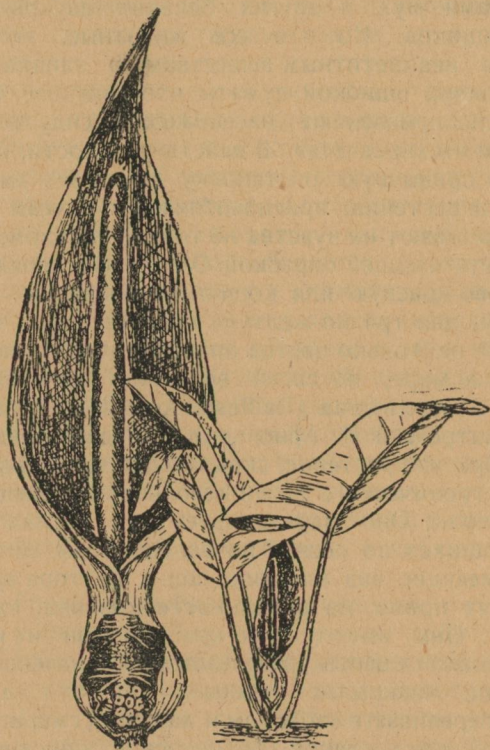


Рис. 22. Аронник восточный.

способу питания, появляются только во время размножения. И как опять-таки ни различны формы, в которых протекает размножение у грибов и цветковых растений, но общность условий жизни привела их к сходству приспособлений.

В русской флоре из «мушиных» растений, вероятно, наиболее замечательным является аронник восточный (*Agaricus orientalis*), часто встречающийся по кустарникам в Крыму и на Кавказе и отсюда заходящий по тенистым балкам в Екатери-

нославскую губ. и Донскую область. Названное растение, принадлежащее к тропическому, по преимуществу, семейству ароидных, сразу отличается от своих соседей оригинальными «цветами». Они имеют вид кувшинчато-свернутого довольно большого листа, из которого торчит какое-то цилиндрическое тело вроде крысиного хвостика. Лист на внутренней стороне окрашен в очень темный коричнево-фиолетовый цвет, а цилиндрическое тело в серо-коричневый... В разгар цветения оно издает отвратительный запах, слышный на расстоянии нескольких шагов. Цветущий аронник восточный, даже перенесенный в обстановку чуждую, как мне пришлось наблюдать в ботаническом саду Тимирязевской сел.-хоз. академии, привлекает к себе настоящий рой мелких мушек. Проходит дня два, опыление совершилось, и запаха как не бывало. Вместе с тем исчезают и посетители.

Необходимо сказать, что и самое опыление у аронника происходит весьма своеобразным способом. «Цветок» аронника в действительности есть целое соцветие, обвернутое лепестковидным общим прицветным листом—покрывалом. В нижней кувшинчато-расширенной части последнего находятся очень просто устроенные тычинковые и пестичные цветы, сидящие на толстой оси, продолжение которой и торчит в виде цилиндрического придатка, издающего запах. Мушки заползают в расширение обертки, пробираясь через особое заграждение в виде толстых бахромок, но назад выбраться в течение некоторого времени почему-то не могут. Они остаются таким образом в заключении, пока не раскроются тычинки и не высыпется пыльца. Тогда, опудренные ею, мушки выползают. Залетая в другой «цветок», они в таком состоянии легко оставляют пыльцу на рыльце.

Почти точь-в-точь такой же замысловатый способ опыления повторяется у другого нашего, уж гораздо более повсеместного, растения кирказона (*Aristolochia Clematitis*). У него уж настоящий околоцветник имеет форму кувшинчика, в брюшке которого находятся тычинки и пестик. И здесь опять-таки крошечные мушки забираются во внутрь и не могут выбраться, пока не опудрятся цветенью. Вместе с тем и цветы имеют одновременно тусклую желтую окраску и запах, хотя и не настолько противный, как у аронника, но все же неприятный. У разводимого иногда в садах вьющегося вида кирказона крупнолистного (*Aristolochia macrophylla*, родом из Америки) цветы крупнее и в то же время с более резко выраженной грязно-коричневой окраской и более резким отталкивающим запахом. Это повторение до мелочей одних и тех же весьма искусственных подробностей у растений, принадлежащих к совершенно различным семействам, не может не вызывать удивления.

Очень похожий на аронник очень сильный падалевый запах иногда слышится и в лесах средней полосы РСФСР. Поиславши внимательно, мы откроем его виновника. Им оказывается интересный гриб, немного похожий на сморчок и называемый вонючим сморчком или чортовым яйцом

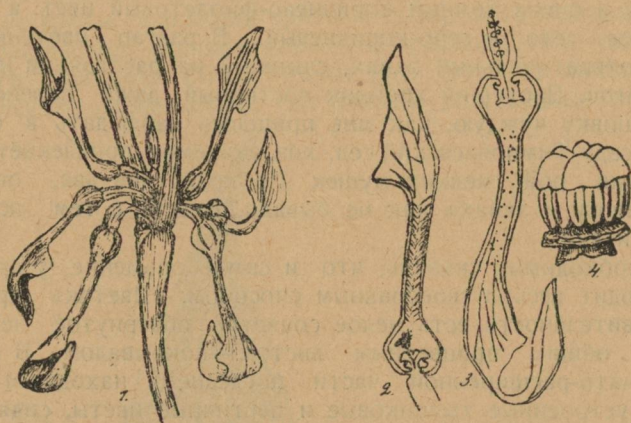


Рис. 23. Цветы кирказона. Слева общий вид, справа в разрезе.

(*Phallus impudicus*). Второе название произошло оттого, что из земли этот гриб появляется в виде белого тела, совершенно сходного по форме и окраске с небольшим куриным яйцом. Но затем из этого последнего в короткое время вылезает гриб, состоящий из пенька и небольшой морщинистой, как у сморчка, головки. Поверхность ее покрыта клейкой слизью, весьма неприятного грязно-зеленого цвета и с отвратительным запахом. Запах привлекает мух, которые, ползая по грибу, разносят с собой на лапках слизь с содержащимися в ней спорами.

Так, у совершенно различных представителей растительного царства повторяются одни и те же комбинации окраски и пахучих веществ, свойственных скорее животному миру.

Если рассмотренный нами процесс питания в растительной и животной клетке, будучи в конце концов тождественным, в своем исходном пункте настолько различен, что наложил печать на все строение растительных организмов, то зато процесс дыхания и тут и там протекает вполне одинаково. Он сводится к медленному горению или окислению кислородом и образованию, в качестве дыма и золы, углекислого газа и различных отбросов—«продуктов обмена веществ». И если мы находим различия в процессе дыхания растений и животных, то частью они кажущиеся, а частью имеют количественный характер.

Дыхание, как и горение в топке паровой машины, есть источник той свободной энергии, на счет которой происходит вся активная работа организма. Человек, идущий по горизон-

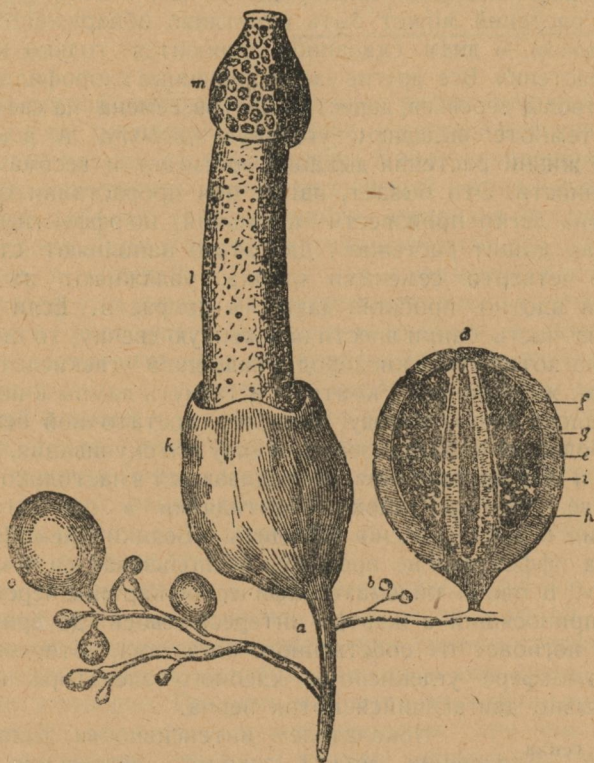


Рис. 24. Гриб-вонючий сморчок.

тальной поверхности, дышит ровно и спокойно. Человек, поднимающийся в гору, начинает дышать, как паровоз. Во втором случае он совершает гораздо большую работу, чем в первом.

В этом смысле между растением и животным существует такое же соотношение, как между первым и вторым человеком. Растение в силу своей малой подвижности затрачивает гораздо меньше свободной энергии и соответственно обнаруживает гораздо меньшую интенсивность дыхания. Его существование требует лишь поддержания слабого огня в топке.

Сюда присоединяется другое обстоятельство. Химическая работа разложения углекислоты, совершающаяся в зеленых клетках растения на свету, сопровождается выделением кислорода как отброса. Так как этот процесс, составляющий основу питания растения, идет в гораздо более крупном масштабе, чем дыхание,

то днем количество выделяемого растением кислорода неизмеримо больше количества, потребляемого им на дыхание. Отсюда создается ложное впечатление, что днем растение совсем не дышит, а лишь выделяет кислород. Ночью, в отсутствие света, дыхание растений может быть отчетливо обнаружено.

Впрочем, и днем сказанное относится только к зеленым частям растения. Все другие части, лишенные хлорофилла, как-то: корни, стволы деревьев, лепестки цветов, семена на свету так же, как и в темноте выделяют угольную кислоту. А в некоторые моменты жизни растения дыхание достигает и весьма заметной напряженности. Это бывает, напр., при прорастании семян.

Очень легко произвести маленький, но эффектный опыт на тему, «как дышит растение». Для этого наполняют стеклянную банку до четверти семенами гороха, увлажняют их водой и, закрывши плотно пробкой, дают им прорасти. Если теперь в свободную часть банки внести зажженную свечку, то она тухнет. Семена поглотили весь кислород и надышали углекислоты. Совершенно так же начинают коптить и гаснуть лампы в помещении, где собралось много народу, если нет достаточной вентиляции.

В больших складах зерна, в силу его скупивания, продукты дыхания и без прорастания накапливаются в настолько большом количестве, что при плохой вентиляции в соответствующие помещения бывает опасно заходить. «Великий немой» в своей погоне за эффектами не преминул воспользоваться и «дыханием растений». В одной кинематографической картине черствый миллионер, приносящий в жертву интересы своей дочери, наказан тем, что погибает от собственного богатства, потерявши сознание в атмосфере углекислоты хлебного элеватора и упавши в непрерывнодвигающийся поток зерна.

Показателем интенсивности дыхания как горения может служить нагревание. У высших «теплокровных» животных, в том числе у человека, самообогревание тела хорошо известно. Недаром говорится: «от него пышет здоровьем»; выражение заимствуется от нагретой печки. У растений так же, как у «холоднокровных» животных вследствие слабости дыхания и развития большой охлаждающей поверхности, повышение температуры тела над окружающей средой обыкновенно почти не заметно. Но термометр, опущенный в прорастающие семена, особенно, если их тщательно защитить от потери тепла, показывает температуру иногда на 20° выше окружающего воздуха.

Энергичное дыхание, сопровождающееся сильным нагреванием, наблюдается и во время цветения. Обычно температура внутри цветов только немного выше окружающей. Так, Кернер производил измерения внутри колокольчатых венчиков на перстянки (*Digitalis purpurea*) параллельно с окружающей с 7 час.

утра до 3 час. дня через промежутки в 2 часа. Цифры получились следующие:

Внутри цветов наперстянки . . .	8,8 ⁰	15,2 ⁰	17,7 ⁰	20,0 ⁰	21,2 ⁰
Снаружи	8,7 ⁰	15,0 ⁰	17,2 ⁰	19,1 ⁰	19,5 ⁰
Разница	0,1 ⁰	0,2 ⁰	0,5 ⁰	0,9 ⁰	1,7 ⁰

Но, с другой стороны, у различных видов аронника, с одним из которых мы познакомились выше, в разгаре цветения наблюдается резкое повышение температуры. В этом отношении получил наибольшую известность южно-европейский аронник итальянский (*Arum italicum*), встречающийся изредка в буковых лесах южного склона Крымских гор (в тождественной или очень близкой форме *A. albispathum* Stev). От аронника восточного он отличается уже окраской: внутренняя сторона обертывающего листа у него желтовато или зеленовато-белая, а продолжение стержня соцветия, имеющее вид короткой булавы, светло-желтое. Замечательно, что с изменением окраски соцветия в сторону более яркой и живой и утратой тонов аронника восточного, напоминающих тухлое мясо, у аронника итальянского отсутствует и трупный запах. Его запах Кернер сравнивает с винным. Во время разворачивания обертки аронника итальянского температура внутри ее поднимается до 40⁰, в то время как снаружи она не превышает 15⁰!

Такое исключительное самонагревание, конечно, должно быть связано, хотя бы временно, с усиленной топкой. Действительно, исследование булавовидного продолжения стержня соцветия у названного растения обнаруживает в нем очень большое количество углеводов. По данным Крауса, этот орган до цветения состоит из $\frac{3}{5}$ воды и $\frac{2}{5}$ сухого вещества, при чем углеводы составляют 80% последнего. В течение нескольких часов они исчезают, потребляются, тогда как азотистые соединения остаются нетронутыми. Объяснить это исчезновение можно только тем, что углеводы пошли на образование тепла. Повидимому, в соцветиях аронника итальянского развитие тепла служит средством привлечения опыляющих насекомых: они охотно забираются в столь любезно предлагаемое натопленное помещение.

Молиш указал возможность обнаружить значительное повышение температуры в связи с дыханием и в зеленых частях растения. Для этого нужно только сложить их массу возможно плотнее и затем самым тщательным образом уменьшить потери тепла отдачей через теплопроводность. Молиш рекомендует сложить плотно 5—10 фунтов свежесобранных листьев какого-нибудь дерева в ивовую корзину, высотой около 40 см и шириной 30 см, и, накрывши ее картонной крышкой, поставить в деревянный ящик. Свободный промежуток между стенками нужно заполнить древесной ватой. Листья многих деревьев при

этом условии в течение дня нагреваются весьма значительно, часто до верхних пределов жизни, как показывают нижеследующие цифры:

Название дерева, с которого были взяты листья.	Температура воздуха в гра- дусах С.	Максимальная температура листьев.	Через сколько часов.
Груша	15	59	27
Граб	23	51,5	15
Белая акация . .	24	51	13
Липа	18	50,8	27,5
Грецкий орешник .	15	49,7	43,5
Ива-бредина . . .	15	47,1	22
Золотой дождь . (<i>Cytisus laburnum</i>)	18	45,6	18,5
Виноград	17	43,3	28

Кернер приписывает самонагреванию, связанному с дыханием, прокладывание пути через снег альпийскими растениями. Этой поистине высокохудожественной картинке из живой природы, прекрасной эмблеме вечно торжествующей юной жизни в его «Жизни растений» посвящены увлекательные теплые строчки, сопровождаемые превосходно выполненным рисунком в красках с натуры. На нем воспроизведены чрезвычайно изящные нежные альпийские сольданеллы (*Soldanella pusilla*, из сем. первоцветных) с хорошенькими фиолетовыми колокольчиками, распустившимися прямо в снегу, на краю залежавшегося снежного сугроба. Кернер говорит, что всякий, кто видит впервые это явление, «будет прямо поражен и остолебенеет от удивления».

Рисунок из «Жизни растений» Кернера сделался, как говорят, классическим. Его воспроизводят в иллюстрациях и на диапозитивах, совершенно не замечая, что такую же картинку в не менее импонирующей форме можно наблюдать ежегодно и не поднимаясь на высоту Альп, в наших родных краях, а именно ранней весной. В этом прискорбном пренебрежении к своему собственному скрывается и отсутствие знания своей природы, и недостаток любви и интереса к ней, и какая-то рутинная косность.

Пробуждение природы весной есть, конечно, одна из наиболее увлекательных, захватывающих страниц ее жизни. Если наша природа обидела нас роскошью тропиков, если она дала

нам лишь крошки своего творческого могущества и богатства, то она зато дала, хотя и один мимолетный миг, но миг ни с чем не сравнимый, одинаково захватывающий и натуралиста, и художника, и ребенка, и взрослого—миг воскресения жизни.

В то время когда оторванный от природы горожанин ежится и ждет еще весны, понимая под этим наступление равномерно теплых дней и полного распускания растительности, в полях, лесах жизнь не ждет: час ее пришел, и она рвется из оков суровой зимы. Пионерами ее являются первенцы весны из животного и растительного царства.

Они первыми смело идут навстречу всем трудностям жизни, борются с ними и выходят победителями.

В то время как над белеющими еще в полях снегами уже несется где-то в вышине торжественная песня жаворонка, невидимая жизнь надвигается и снизу, под самым снегом. Первые весенние растения пробуждаются от спячки и пускаются в рост при температуре талой воды, не превышающей, следовательно, 0°. Стоит раскопать весной залежавшийся где-нибудь в лесном овражке сугроб для того, чтобы убедиться, что под ним идет суматоха и тоска по жизни. Всюду лезут растения, бледные, желтые, но не ждущие. Кто им подал знать, что пришла весна? К ним пришел сам тюремщик, проникла вода от таяния снега и, холодная, оказалась достаточной, чтобы дать им толчок.

На утончающихся краях сугробов ранней весной весьма нередко можно видеть и картину, описанную Кернером. В более южной части РСФСР весьма обыкновенно через снег пробиваются всходы пролески (*Scilla cernua*), прелестные синие цветы которой одними из самых первых составляют украшение рощ в Харьковской, Курской, Воронежской и др. губ. В одичавшем виде она сильно распространилась местами в садах и парках более северной РСФСР, напр. в Москве.

Всходы пролески имеют вид цилиндрических острокопечий, прокладывающих путь. Листья охватывают друг друга краями, защищая таким образом скрытое в образовавшемся футляре соцветие. Пробившись на волю, они расходятся и освобождают последнее. Но пока их окружает снег, вследствие низкой температуры, все растение имеет бледно-желтую окраску, а цветы остаются закрытыми.

Сходное явление можно наблюдать на хохлатке (*Corydalis solida*) и некоторых других.

Спорным, однако, является, насколько в этом прорастании через снег играет роль собственная температура растения, происходящая от его дыхания. Рано весной можно на каждом шагу видеть обтаивание снега прежде всего около темных, хотя бы и не живых предметов. Быть может и у весенних растений в их нагревании известную роль играет то же самое явление. Во всяком случае, было бы крайне желательно и инте-

ресно подвергнуть температуру весенних растений более тщательному экспериментальному исследованию.

Органы дыхания. Количественное различие в интенсивности дыхания и неодинаковой потребности в нем имело последствием то, что у растений в связи с дыханием не выработалось никаких специализированных органов и приспособлений. Все растение пронизано запутанной системой межклетных ходов. Они получают простым расхождением клеток в углах и не имеют самостоятельных стенок. Этот лабиринт каналов в конце концов выводит в листьях к особым вентиляционным отверстиям—устьицам, а в стволах деревьев к особым разрывам в коре—чечевичкам. Упомянутые устьица обнаруживают крайне остроумное устройство, позволяющее им автоматически закрываться и раскрываться при различных условиях температуры и влажности. Но они имеют отношение не столько собственно к дыханию, сколько к снабжению углекислотой и к регуляции испарения.

Совершенно иначе дело обстоит в животном царстве. Здесь дыхание играет не меньшую, если даже не большую роль, чем питание, в происхождении строения организма. Высокая сложность строения высших животных организмов, в особенности позвоночных, в сильнейшей степени является результатом весьма сложного оборудования их отопления.

Говоря о дыхании, в заключение приходится сказать, что легкость, с какой совершается в клетке горение без огня, и регулирование силы последнего в зависимости от остальных условий и в животных и в растительных организмах объясняется действием опять-таки особых окислительных ферментов, «оксидаз». У высших животных при этом в цепи окислительных реакций играют важную посредствующую роль пигменты крови. У низших животных кровь сама по себе бесцветна, но и в ней образуются в присутствии оксидаз и кислорода дыхательные пигменты различного цвета и состава. Вещества, из которых происходит образование их, называются хромогенами.

В новейшее время широкое распространение хромогенов, связанных с клеточным соком, обнаружено и у растений (Палладин). Но у них пигмент, образовавшись, тотчас же раскисляется, так как кислород переносится на другие вещества, почему и не происходит видимого для глаза окрашивания. Между прочим от действия оксидазы на хромоген зависит свойство многих шляпочных грибов на изломах и разрезах быстро принимать серую, синюю, фиолетовую, черную окраску.

Явления развития и координация. Что питание и дыхание—химические процессы, с этим, конечно, нетрудно согласиться. Но чрезвычайное значение имеют факты, открываемые новейшей экспериментальной биологией и вскрывающие ту же химическую подоплеку под явлениями разви-

тия роста, формообразования. Конечно, то, что пока добыто в этом направлении, носит еще отрывочный, весьма неполный характер, но ведь и самая-то область—искусственное вмешательство в святая святых жизненного процесса, в его творчество индивидуальных свойств организма—так еще нова. И скорее приходится поражаться, как много уже сделано за какие-нибудь 20 лет в той области где, как когда-то казалось, нет места экспериментатору. Вместе с тем, экспериментальная биология, больше, чем какая-либо другая ветвь последней, с самого начала порвала с делением органического мира на два царства и берет свой материал отовсюду, лишь бы он поддавался опыту.

Еще совсем недавно развитие каждого организма казалось чем-то строго неизбежным, зависящим от скрытых в нем самом причин и могущим колебаться только в узких границах. И в самом деле, разве не повторяется всякий раз почти с математической точностью одна и та же последовательность стадий, напр., при развитии какого-нибудь растения из семян. Из года в год сельский хозяин сеет хлеб. Он может с большой правильностью сказать, когда появятся всходы, когда рожь начнет колоситься, когда колос нальется, и из года в год, с незначительными лишь отклонениями, в одно и то же время происходит уборка хлеба. Тоже самое и по отношению к животному организму. Мы можем высчитать, когда будут роды, точно предсказать, когда появятся первые зубы у ребенка, когда он превратится в зрелого юношу или девушку и когда он пойдет к старости. Путь каждого из нас словно предначертан кем-то до нашего рождения. Поэтому в науке еще недавно существовало убеждение, что «с механической точностью одна фаза развития следует за другою, и каждая ступень развития составляет необходимую предпосылку последующей ступени» (Рейнке).

Как далеки мы теперь от такого взгляда! Все факты, добытые по данному вопросу, говорят, что постоянство организма есть только отражение постоянства условий. Изменяя последние, можно коренным образом изменить и организм. Вместе с тем выясняется широкое участие химических агентов, которыми определяется нормальное формирование организма.

Наибольшее количество опытов экспериментальной биологии, притом с блестящим успехом, пока было направлено к области явлений, связанных с размножением и, в частности, с половой проблемой. Что такое оплодотворение? Что такое обособление полов? Какое место полового процесса в индивидуальном развитии организма? Что такое так наз. вторичные половые признаки?

Опыты Клебса, произведенные им частью над наземными растениями—водорослями и грибами, частью над цветковыми

показали, что экспериментатор может по своему усмотрению заставить растение идти в своем развитии той или другой дорогой.



Рис. 25. Образование зооспор у грибка сапролегнии.

на несколько голых клеток, то эти последние значительно крупнее, чем зооспоры, круглой формы и лишены жгутиков. Перед

На трупах насекомых, плавающих в воде, обычно появляется белая плесень—мицелий грибка сапролегнии (*Saprolegnia*). У нее известны две формы размножения: бесполое и половое. В одних случаях наблюдатель видит образование зооспор, аналогичных тем, которые когда-то так поразили Унгер. При этом ниточка плесени на конце несколько утолщается, утолщенный конец отделяется от остальной нити перегородкой; его протоплазма разбивается на большое количество мелких голых клеток, снабженных каждая двумя жгутиками. Они выскальзывают из материнской оболочки через образовавшееся на ее верхушке отверстие и разбегаются во все стороны. Если такой зооспоре удастся натолкнуться на подходящее мертвое тело, то она оседает на нем и развивается в новую сапролегнию.

В других случаях у того же грибка микроскоп позволяет подсмотреть совершенно иную картину. Опять вздувается конец ниточки грибницы, но гораздо сильнее, принимая почти шаровидную форму. Содержимое его, если и распадается также

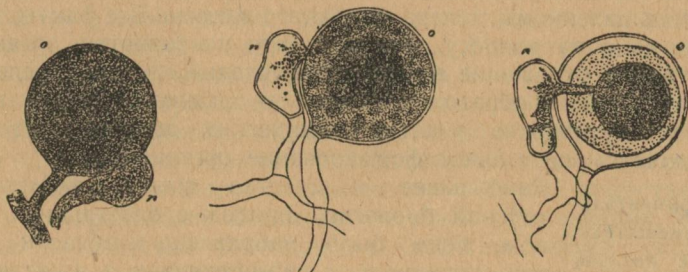


Рис. 26. Половой процесс у сапролегнии.

нами типичные яйцевые клетки. Вместилище их носит название оогония. Другая веточка мицелия, вздуваясь лишь немного, но точно так же отделяя вздутую часть перегородкой, прикладывается к оогонию и выпускает тонкий отросток, который

проходит через стенку оогония. После этого содержимое вздутой веточки или антеридия переходит в оогоний и сливается с яйцевидными клетками. В описанных явлениях перед наблюдателем происходит половое размножение сапролегнии.

Клебсу удалось, поддерживая хорошие условия питания, культивировать сапролегнию в течение 6 лет без образования каких бы то ни было органов размножения. Она обильно развивала мицелий, и только. Но вместе с тем, изменяя определенным образом условия, он мог в любой момент вызвать образование или зооспор или половых клеток. Так, при перенесении мицелия из питательного раствора в чистую воду он весь превращается в зооспорангий. Напротив того, помещенная в раствор некоторых веществ, как-то—лейцина или гемоглобина, сапролегния сначала растет, а затем начинает энергично размножаться половым путем.

Сходные результаты Клебс смог получить и над высшими растениями. И здесь в его руках растение вело себя совершенно различно при изменении условий: могло расти неопределенно долго, совсем не образуя цветов, или обильно цвести, или, наконец, совсем уж собравшись цвести, круто повернуть назад и резко изменить все свои морфологические признаки.

Подобный эффект Клебсом был достигнут, напр., над обыкновенной вероникой-дубровкой (*Veronica chamaedrys*). У этого растения листья сидят попарно; по междоузлиям стебля с двух противоположных сторон проходит по продольному ряду волосков. На веточках же, превращенных в кисти цветов, листья имеют вид мелких прицветников, сидящих по очереди, а ось соцветия покрыта волосками равномерно кругом. Клебс брал облиственные побеги с молодыми соцветиями в качестве отводков и культивировал их в теплом и влажном помещении при несколько ослабленном освещении, при чем точки роста стебля и появлявшиеся вслед затем пазушные почки удалялись. При этих условиях соцветия сравнительно в короткое время начинали превращаться назад в вегетативные побеги: верхушка кистей начинала расти, прицветники принимать форму и расположение обыкновенных листьев и волоски на междоузлиях образовывать два ряда.

С опытами Клебса над растениями параллель представляю не менее блестящие опыты Леба, Делажа и др. над зоологиче-



Рис. 27. Кисть вероники-дубровки, начавшая вновь превращаться в облиственную веточку (опыт Клебса).

скими объектами с искусственным партеногенезом, т.е. развитием яйцевой клетки без предшествовавшего оплодотворения. По существу это такая же перестановка хода развития организма с полового размножения на исключительно вегетативное.

Явления «девственного зачатия» давно были известны в отдельных случаях и в растительном и в животном царстве. У животных первые наблюдения над ними относятся еще к XVIII веку. Как нормальное, партеногенетическое развитие известно у пчел, тлей и др. Но первые опыты с искусственным устранением оплодотворения удачно были произведены проф. А. Тихомировым лишь в 80-х годах прошлого века. Работая с яйчками шелковичных червей, он, исходя из теоретических соображений, начал искать средства вызвать их развитие без оплодотворения и достиг этого. Оказалось, что у шелковичных червей искусственный партеногенез может быть вызван различными способами: погружением неоплодотворенных яиц на $2\frac{1}{2}$ минуты в крепкую серную кислоту, трением яиц в течение 10 минут между двух суконок, гальваническим током и даже просто водой, нагретой до 50° .

Опыты Тихомирова уязвимы в том отношении, что у шелковичного червя партеногенетическое развитие иногда наблюдается и в природе. Следовательно, здесь экспериментатор проявляет лишь то, что уже явно таилось в скрытом виде. Кроме того, партеногенетическое развитие яиц шелковичного червя останавливается на таких ранних стадиях развития, которые поддаются наблюдению только на препаратах.

Поэтому настоящим триумфом в этой области были опыты американского экспериментатора Лёба, который имел возможность показывать каждому личинок морских ежей, плававших в воде, как нормальные, но выведшихся из материнских клеток, «не видавших мужа».

В своих первых опытах Лёб помещал неоплодотворенные яйца морских ежей в морскую воду, в которую прибавлял небольшое количество хлористого магния. После приблизительно двухчасового пребывания в такой воде, яйца переносились в обыкновенную морскую воду. В результате таких крайне простых воздействий они начинали развиваться, только медленнее, чем нормально, и в конце концов из них выходили личинки!

Неоплодотворенные яйца кольчатого червя *Polynoë*, положенные на известное время в морскую воду, к которой была прибавлена едкая щелочь (NaOH), развивались в многочисленные плавающие личинки через 30—40 часов.

В дальнейшем оказалось (опыты Делаж), что яйца иглокожих начинают развиваться без оплодотворения, даже при одном пропускании через воду углекислого газа.

Можно ли было даже подозревать, что в том, что всегда интриговало человечество своим назначением и что вызвало

в природе организмов такие глубокие последствия, кроется так много до крайности простого? Вот именно уж «от великого до смешного только один шаг». Можно ли было даже подозревать, что роль отца с успехом будет заменена простым воздействием углекислоты!

Для нашей цели по существу безразлично, как объясняет сейчас наука эффект, вызываемый в яйцевых клетках разнообразными способами. Пусть это будет относиться не просто к химии, а к физико-химии. Мы должны оговориться, что во всем нашем изложении слово «химический» употребляется для краткости, но под ним, конечно, имеется в виду всюду вся совокупность неразрывно связанных между собой физических и химических молекулярных свойств вещества. Пусть это будут явления раздражимости, что вполне вероятно. Для нас важно то, что очень несложное воздействие в состоянии привести в движение сложный механизм развития и что в организме подобное воздействие скорее всего должно иметь химический характер.

Искусственное изменение вторичных половых признаков. И вот на основе этого процесса для его осуществления и в растительном и в животном организмах создаются самые разнообразные надстройки, называемые вторичными половыми признаками. Смысл одних из них легко понятен и ясен. Если мужские и женские половые органы имеют неодинаковое, как бы дополняющее друг друга устройство, позволяющее осуществиться оплодотворению, или если самка млекопитающих имеет развитые грудные железы, необходимые для вскармливания детеныша, то это, конечно, вполне рационально и естественно. То же самое можно сказать о лепестках, красках, запахах цветов, поскольку они колеблются около золотой середины.

Но что можно сказать о великолепном хвосте павлина, который является такой же очевидной роскошью, как волочившийся по полу когда-то модный, сверкавший украшениями шлейф какой-нибудь разукрашенной великосветской дамы? Или о гигантских рогах оленя, в особенности какого-нибудь вымершего исполинского оленя (*Cervus megaceras*), на которого охотился человек каменного века? Что это? Оружие? Но насколько ни изобретателен человеческий ум на истребление себе подобных, никогда еще он не додумывался до ветвистых кинжалов и штыков. Малая пригодность такого устройства оружия едва ли может быть оспариваема. Это приблизительно равносильно тому, что вместо хорошей палки или дубины размахивать целым деревом. Украшение? Но тогда это слишком дорогое стоящее организму украшение. Притом вдвойне дорого: во-первых, оно требует чрезмерно много непроизводительно затрачиваемого материала, во-вторых, во время линьки животное неизбежно хворает и делается легко уязвимым.

То же самое относится и к растениям. Расточительность, которую иногда проявляют эти скромные по существу организмы в свой брачный период, подчас положительно изумляет. Известный физиолог Габерландт в своих интересных тропических очерках рассказывает про орхидею *Grammatophyllum speciosum*, которая целый год копит запасы для того, чтобы в феврале сразу выкинуть 50—60 соцветий, из которых каждое состоит из 70—100 крупных цветов и имеет 3—4 аршина длины! Смысл этого тем более необъясним, что названная орхидея живет в качестве «эпифита» на стволе какого-нибудь дерева и, казалось бы, не могла похвалиться особым обилием средств существования.

Вообще и в животном и в растительном мире в связи с тем незначительным актом, который вскрыт экспериментальной биологией, вдруг будничная однообразно-трудовая жизнь с постоянными заботами о хлебе насущном сменяется каким-то настоящим разгулом и карнавалом, соперничающими друг с другом кричащими красками и нарядами, причудливыми масками, музыкой, пением, танцами, благоуханиями. Нам придется еще говорить об этой стороне явлений, связанных с половой жизнью. Сейчас же нас интересует, каким образом возникают подобные вторичные половые признаки.

Вот здесь экспериментальная морфология уже творит положительно чудеса и вместе с тем обнаруживает с полной неопровержимостью всю роль химизма в происхождении морфологических признаков.

Впрочем давно было известно, что кастрация самца у млекопитающих, т.-е. удаление у него в молодости «яичек» (органов, в которых образуется оплодотворяющая семенная жидкость), ведет к неразвитию у него ряда черт мужского пола, и такая кастрация имела практическое применение. В то время как, напр., нормальный бык представляет собой свирепое, страшное животное, с которым приходится иметь дело с опаской, после кастрации он превращается в олицетворение покорного безразличия и апатичной терпеливости—в вола. Кастрирование частью полунасильственное или обманное (в производстве евнухов, охранителей гаремов), частью, как это ни странно, добровольное (у сектантов-скопцов) составляет не столь уж редкое явление и в человеческой среде. Вместе с тем, на этих несчастных людях можно видеть и последствия совершенной над ними операции. У кастратов не развивается характерный признак возмужалости—растительность на лице. Голос до конца жизни остается высоким, как в детском возрасте, почему кастраты и используются в папских капеллах. В то же время наблюдается склонность к ожирению.

Указанные явления, конечно, весьма недвусмысленно говорят о том, что вторичные половые признаки мужчины, появляю-

щиеся только в период половой зрелости, у юноши вызываются воздействием, идущим от зреющих половых желез. Уже в текущем столетии Штейнах открыл эпоху блестящих опытов с искусственной пересадкой последних от самки к самцу, которые позволили подойти глубже к изучению этого крайне важного явления и сделали бесспорной химическую природу формообразовательного воздействия половых желез.

Штейнах экспериментировал с крысами и морскими свинками. После ряда неудач он добился, наконец, успешной пересадки и приживания яичников в необычных местах организма—к брюшине и под кожу. Пересаженные железы хорошо развивались (хотя не совсем нормально). Животные при должном уходе также были здоровыми, но с ними произошли поразительные изменения. Половые органы, характерные для самца, остановились в развитии. Скелет, размеры тела, волосистой покров совершенно походили на самку. Особенно любопытно, что у таких «феминизированных» (женоподобных) самцов наблюдалось развитие сосков и молочных желез точь-в-точь, как у самок. В соответствии со всеми упомянутыми изменениями в организме у них переменялся и половой инстинкт: они совершенно не обнаруживали влечения к нормальным самкам.

Обширную серию опытов с кастрацией и пересадкой половых желез произвел над курами, фазанами, утками, антилопами, нильгау и некоторыми другими животными М. М. Завадовский. Результаты их опубликованы в богато изданной, вышедшей в 1922 году книге «Пол и развитие его признаков». Перед читателями здесь проходит в множестве рисунков подавляющая иллюстрация того значения, которое имеет на формирование организма секрция половых желез. Признаки организма подчиняются влиянию желез, как пластическая масса руке скульптора. Заимствуем из названной книги некоторые факты.

Удаление из петуха обоих семенников имело последствием неразвитие гребня, бородки и сережек. Посадка тела напоминала куриную, будучи более горизонтальной, без гордого выпячивания груди. Голос хриплый, неразвитый. Форма оперенья сохранилась петушья. Кастрированный петух теряет большинство своих мужских инстинктов: он перестает быть кавалером, не созывает кур к корму, не топчет их. Но пересадка кастрированному петуху семенника из другого петуха в короткое время возвращала ему нормальные признаки. Наоборот, пересадка яичника от курицы превращает кастрированного петуха почти полностью в курицу до образования яиц включительно. Только немногие петушьи признаки, как-то: шпора, упорно держатся.

Кастрация курочки замечательным образом дает птицу, очень сходную с кастратом петухом. Пересадка семенника кастрированной курочке превращает ее в петуха. У курочки «Кванты» уже через 10 дней после пересадки начался рост

гребня и стала появляться яркая петушья окраска его. Одновременно быстро развивались борода и сережки, а также стали расти шпоры. «В марте 1921 года «Кванта» стала часто петухом по-петушину, окрылять, гоняться за курами, взъерошивши перья и расставивши крылья, делать попытку топтать кур».

Таковы замечательные достижения современной биологии. Перед ними бледнеют метаморфозы самого Овидия.

Словно наука лишь для того настойчиво и неотступно подтачивает веру в наивные чудеса богов, чтобы взять производство чудес в свое собственное распоряжение.

Во всех этих опытах с пересадками, кроме искусства экспериментатора, невольно вызывает на размышление еще одна сторона: это обнаруживаемая ими неожиданная, чрезвычайно выраженная самостоятельность частей организма. Мы как-то непоколебимо привыкаем считать свои руки или ноги, глаза или кожу совершенно безответственными подданными одного властелина, называемого организмом. Вне его мы не признаем никакого значения и права на существование. Экспериментальная биология, однако, совершенно разрушила эту монархическую иллюзию и определенно заставляет признать наш организм за республику весьма свободолюбивых, но в то же время благо-разумных граждан. Во всяком случае, говорить теперь «моя» рука, «моя» нога с чувством непререкаемого хозяина их рекомендуется более осторожно.

Пересадка и прививка.	В самом деле, какой-нибудь яичник или семен- ник не так уж тяготеет к тому телу, на кото- ром он возник. Он, оказывается, вроде древних космополитов с их формулой: «ubi bene ibi patria» ¹⁾ пре- красно себя чувствует везде, где ему обеспечены необходимые для него условия питания и дыхания.
--------------------------	---

Надо заметить, что такой взгляд давно уже подсказывала практика садоводов с их прививками. Еще древние римляне уже знали чрезвычайную способность частей одного растения приживаться на другом. Правда, они шли в этом отношении уж чересчур далеко. Так, Вергилий советовал прививать грушу на яблони. Марциал, шутя ли или серьезно, считал возможным прививку вишни на тополе. Тем не менее легко прививаются друг к другу не только части растений одного и того же вида, но и растений, принадлежащих к разным видам одного и того же рода, а иногда даже и к разным родам одного и того же семейства. Примеры прививок между растениями из разных семейств пока неизвестны, но сказать, что это вообще невозможно, было бы неосторожно.

Из случаев, где между прививаемыми растениями существует довольно значительная видовая разница, можно назвать

¹⁾ Где хорошо, там и отечество.

прививку табака, дурмана или петунии на картофеле, сирени—на ясене, груши—на айве или боярышнике (*Crataegus*), огурца—на тыкке, картофеля на помидорах и др. Искусственно соединенные растения, там, где прививка дает удачные результаты, находятся на положении настоящих двух союзных государств: они помогают друг другу общими усилиями разрешать задачу питания, но хозяйство свое ведут совершенно самостоятельно и взаимно не допускают никакого вмешательства во внутреннюю жизнь одного в другое.

Очень любопытно, напр., поведение картофеля на помидоре. Картофель обладает наследственной склонностью откладывать запасы питательных веществ и образовывать клубни; это воплощенный трудолюбивый земледелец, тихий, без шума и блеска, но заботливо окружающий себя закромами. В противоположность ему помидор представляет образ щеголя: весь свой избыток он затрачивает, чтобы развить свои жгуче-оранжевые плоды, и сойти со сцены. Как ни противоположны эти два типа, но, оказывается, они могут ужиться друг с другом. Однако в этом причудливом сочетании помидор, являющийся обладателем подземных органов, абсолютно отказывается откладывать запасы крахмала, хотя и получает транспорты его из картофеля. Но и картофель, несмотря на это, остается верен себе и, волею-неволей, начинает образовывать маленькие клубни в пазухах листьев.

У растений приживаются не только отводки с почкой, но легко удается и трансплантация (пересадка) отдельных частей, совершенно так, как это мы видели в опытах у животных с половыми железами. В этом отношении чрезвычайно показательны старые опыты Гайара (*Gaillard*) с прививкой плодов разных сортов тыквы друг к другу. При том значении, которое приобретает в настоящее время вопрос о трансплантациях вообще, названные опыты представляют гораздо больший интерес, чем простые курьезы огородного искусства. Гайар сращивал, как цельные плоды друг с другом (при чем короткая ножка одной тыквы выходила от поверхности другой), так и половинку (или меньше) одной тыквы с половиною другой. Таким образом получались на одном растении тыквы целые гирлянды плодов разного вида и окраски, продолжавшие развиваться в таком оригинальном сочетании, сохраняя все свои сортовые признаки.

Мы еще далеко не знаем всех возможностей в области трансплантации у растений. Об этом красноречиво говорят столь свежие еще нашумевшие «химеры» Винклера. Уже самое название, употребленное талантливым экспериментатором и переносящее воображение к странным мифическим фигурам Собора Парижской Богоматери, свидетельствует, что речь идет о чем-то очень необыкновенном.

Действительно, Винклер назвал химерами прививочные помеси, которые ему удалось получить при прививке паслена черного (*Solanum nigrum*) на помидоре. У всхода помидора отрезается его верхушка («обезглавливается») и удаляются все показывающиеся пазушные побеги. Тогда из разрастения, образующегося на месте среза, развиваются придаточные побеги. Если в то же время в месте среза привить ветку паслена черного, то получается хорошее сращение. Затем место сращения так перерезается поперек, чтобы оставшаяся поверхность среза состояла частью из тканей одного из взятых растений, частью другого. Из этой поверхности снова появляются придаточные побеги. В результате такого повторного калечения растения и пробуждения в нем тканеобразовательной деятельности, при многократном повторении опыта, можно видеть образование отдельных побегов, одна половина которых по форме принадлежит паслену, а другая помидору.

Микроскопическое исследование химер Винклера показывает, что у них точка роста состоит из половин, принадлежащих двум различным родителям, развивающихся в согласии друг с другом, но не сливающихся.

Наконец, тому же исследователю удалось получить и такие прививочные помеси между названными двумя растениями, в которых произошло слияние содержимого клеток разных родителей, при чем количество хромозом в ядрах удваивается. Эти «бурдоны», как их называет Винклер, выделяются темно-зеленой окраской и развиваются во всех частях сильнее.

В литературе давно приобрели себе известность некоторые растения с характером «химер». Сюда относится деревцо из мотыльковых—раakitник Адамов (*Cytisus Adami*), возникший в 1825 г. в окрестностях Парижа из придаточного побега на месте прививки раakitника пурпурного (*C. purpureus*) к раakitнику золотому дождю (*C. laburnum*). «Странно видеть,—говорит Дарвин,—на одном дереве пучки грязно-красных, ярко-желтых и пурпуровых цветов, сидящих на ветках с разнообразным разветвлением и разными листьями». Одна и та же кисть несет иногда цветы двоякого рода; можно встретить цветок, правильно разделенный на половинки, одну светло-желтую и более крупную и другую пурпурную и мельче.

Попытки вновь получить раakitник Адамов прививкой с тех пор не удавались.

Другой аналогичный случай представляет лимоно-апельсины—(*bizzarria*). Дерево, приносящее подобные необычайные плоды, возникло в 1640 г. во Флоренции, опять-таки в виде побега на месте прививки лимона к апельсину. *Bizzarria* представляет то желтую кожуру лимона и мякоть апельсина, то наоборот; иногда в одном и том же плоде одни секторы имеют характер лимона, другие апельсина.

Опыты Винклера экспериментально подтверждают возможность прививочного происхождения подобных растений, в которой до тех пор сомневались.

Мир растений, следовательно, давал многочисленные примеры большой самостоятельности частей организма, и если из них не делали должного вывода по отношению к животным, то, конечно, частью в силу привычки резко разделять тех и других, частью вследствие трудностей техники опытов над животными. Поэтому-то новейшие удачные и смелые эксперименты с трансплантацией тканей и органов у животных и производят столь сильное впечатление.

Способность к жизни отдельных клеток вне произведшего их животного организма и культура их наподобие бактерий демонстрировалась и раньше, но приобрела значение важного научного метода в работах Карреля и его учеников в Нью-Йоркском институте Рокфеллера. По методу Карреля клетки культивируются на стерильной кровяной плазме. Кусочек ткани, помещенный в питательную среду, при соответствующей температуре через некоторое время заметно уже для простого глаза начинает расти. По прошествии 5—6 дней, однако, рост прекращается. Причина этого кроется просто в накоплении в питательной среде ядовитых продуктов обмена веществ. Переноса клетки все в новые свежие среды, удастся сохранять в течение 3 месяцев в жизнедеятельном виде сердечно-мышечные клетки и наблюдать их ритмические сокращения, как химик, *in vitro* ¹⁾!

Опыты проф. Кравкова показали способность целых кусков нашего организма, напр. пальцев, долго жить вне связи с последним.

Не начинает ли уже напоминать лаборатория современной экспериментальной биологии классическую сцену из «Фауста» Гете, в которой Вагнер готовит гомункулуса:

Смешавши сотни разных специй, мы
Все человека вещество сформируем.
Смешеньем—да, смешеньем одним.
Потом его прилежно профильтруем.
И перегонкой вновь преобразуем...

Конечно, дело до этого еще далеко не дошло, но, в сущности говоря, разве не ясный шаг в этом направлении—добиться разделения организма на его мельчайшие части и сделать каждую из них совершенно независимой от остальных? Пожалуй, пока, может быть, будет правильнее сравнивать биолога-экспериментатора с более скромным подобием—часовым мастером, который разбирает машину организма на колеса и винтики и может части одних часов заменять частями

¹⁾ «В стеклянной посуде».

из других. Сделать же сам эти части, как это и бывает часто, он не умеет.

Пересадкой тканей широко пользуется хирургия. Но идеалом достижений в области трансплантации является безусловно пересадка целых органов. Перспективы в данном направлении до сих пор кажутся чем-то фантастическим, настолько фантастическим, что их до сих пор, насколько я знаю, не рискуют использовать даже самые смелые авторы повестей в духе Уэльса. Тем не менее, это фантастическое воочию надвигается на нас, и то, что возможно у растений, оказывается возможным и у животных. Если растению можно перерезать пополам туловище, снять его «голову» и приставить новую, то, как показали новейшие опыты Przibram'a, у насекомых также можно помянуть головы и они продолжают жить.

Внутренняя
секреция.

Итак, возвратимся к образованию вторичных половых признаков. Необходимо признать, на основании существующих опытов, что половыми железами в животном организме выделяются какие-то химические вещества, которые и дают толчок к разнообразным явлениям роста, образованию пигментов и пр. Факт этот не подлежит сомнению и потому, что в настоящее время у животных известны и другие органы «внутренней секреции», от выделения которых зависит нормальный или ненормальный ход развития и формирования организма.

Старейшим из них по известности является щитовидная железа, залегающая у человека на передней поверхности шеи. Удаление названной железы полностью или болезненное перерождение ее ведет к глубоким аномалиям развития: кожа отекает, наблюдается умственная тупость. С другой стороны, и чрезмерное увеличение ее ведет также к патологическому состоянию: крайней нервной возбудимости, выпячению глаз (Базедова болезнь). Хирургическое удаление части железы в последнем случае ведет к быстрому излечению.

Вещество, выделяемое щитовидной железой, известно под именем тироидина. При болезненных явлениях, связанных с неразвитием железы, введение в организм названного вещества приносит значительное улучшение.

Другой орган внутренней секреции, это—незначительный «мозговой придаток»—hypophysis cerebri, открываемый с нижней поверхности мозговых полушарий. В медицине давно была замечена связь между его ненормальностями и некоторыми болезненными состояниями организма. Сюда относится так называемая акромегалия—несоразмерное увеличение конечностей.

У собак искусственное удаление придатка (Ашнер, 1912) имеет последствием целый ряд аномалий развития. Рост животных является поразительно задержанным. Оперированные щенки,

сравнительно с нормальными, выглядят настоящими карликами. Окислительные процессы понижаются, что выражается в отложении жира в подкожной клетчатке и общем жировом перерождении. Скелет недоразвивается, кости отличаются ломкостью. Половые органы остаются зачаточными. У женских особей не происходит беременности. Характер также изменяется: животные с удаленным придатком мало подвижны, угрюмы, не обнаруживают полового влечения.

Таким образом недоразвитием мозгового придатка объясняется явление карликового роста; гипертрофией, наоборот,—гигантизм.

Хорошо обоснованное в настоящее время учение о внутренней секреции показывает, что развитие животного организма есть результат перекрестного воздействия разнообразных химических веществ. Выступая на сцену в определенный момент, они направляют явления роста в ту или другую сторону. Подобные вещества получили вообще название гормонов. Весьма возможно, что выделение гормонов присуще не только специализированным органам внутренней секреции, но и отдельным тканям и клеткам. Поступая в организм или по крайней мере в смежные ткани, они вызывают соответствующие ответные изменения, из общей совокупности которых складывается картина развития.

Найдено, напр., что если пересаживать зачаток глаза зародыша саламандры в различные части тела, так наз. нервный бокал глаза, приходя в соприкосновение с эпителиальным покровом, независимо от места, действует на него таким образом, что он превращается в хрусталик.

На рассматриваемом нами случае—роли химизма в образовании вторичных половых признаков—можно видеть все значение сравнительного или общебиологического метода, при которых и растение и животное рассматривается лишь как частное воплощение единого процесса жизни. При такой постановке исследования вопрос получает возможность перебрасываться, как мяч, из области зоологии в область ботаники и из ботаники в зоологию. В описывающих причудливые изгибы и зигзаги явлениях одни из них легче доступны выяснению на животных организмах, другие—на растительных. Вместе с тем, придя к определенному выводу по отношению к одним из них, мы имеем все основания искать их и у других.



Рис. 28. Влияние удаления мозгового придатка на развитие собаки. Справа нормальное животное, слева без мозгового придатка.

Вторичные половые признаки у растений. Подобное положение вещей как раз имеет место в интересующем нас вопросе. Вторичные половые признаки у цветковых растений выражены нередко чрезвычайно ярко; можно не сомневаться

в химическом характере вызывающих их причин, но экспериментальная биология для выяснения их пока сделала очень мало.

В то время как в теле молодой девушки где-то в глубоко скрытых половых железах формируются и готовятся к оплодотворению яйцевые клетки, под влиянием гормонов различные части ее организма подвергаются глубокому изменению. Она «расцветает». Формы тела ее округляются. Волосы не только достигают наибольшей пышности на голове, но появляются в некоторых других местах: под мышками, в нижней части живота. Грудные железы увеличиваются и приобретают эластичность. Голос делается звучным и полным. На выражение лица ложится очаровательный отпечаток женственности.

У молоденького петушка, до сих пор едва отличавшегося от курочки, при переходе в состояние половозрелого самца, с готовыми функционировать семенниками, откуда-то разрастается и загорается алым кумачом роскошный гребень на голове и такая же бородка, удлинняются и изгибаются красивой дугой хвостовые перья, на ногах появляется крепкая острая шпора. Голос приобретает определенность, выразительность и силу. Появляется резко выраженная склонность к кавалерскому ухаживанию за другим полом.

Не то же ли самое совершается и у высшего растения, когда скрытые в своих вместилищах яйцевые и мужские клетки делаются способными к слиянию? Вот перед нами молоденький бутон цветка красной лилии. Он совершенно еще походит на плотно сложенные вместе молодые листочки. Отогнись они в сторону, и получилась бы обыкновенная ветка. Но под ними уже формируются пока еще не сложившиеся половые органы — тычинки и пестики. Процесс созревания их, однако, идет быстро и в несколько дней вполне слагаются их части и принимают окончательную форму.

Вместе с тем в окружающих листочках происходит удивительное превращение. В короткое время, в течение немногих часов, значительно подросши, они словно перерождаются. Их будничное зеленое содержимое куда-то исчезает. Они превращаются в нежные неработоспособные, но ярко окрашенные, пылающие огнем лепестки. Темные-темные пятнышки фиолетового пигмента, разбросанные по оранжевому фону, сообщают им приковывающую к себе глаз контрастность. Напрасно мы стали бы искать при помощи микроскопа в этих бывших листьях зеленых хлорофилльных зерен: они куда-то исчезли. Вместо них в клетках всюду оранжевые тельца, а на местах фиолетовых пятен — соответственно окрашенный клеточный сок.

При основании лепестков скрывается приспособление, которого у листьев, повидимому, нет и следа: узкий желобок, ведущий к крохотному источнику, из которого сочится сладкая жидкость. Старые ботаники называли ее нектаром—напитком, услаждавшим когда-то греческих богов. Очевидно, даже холодный уравновешенный ум натуралиста, при созерцании всех этих удивительных превращений, стесняется употреблять слишком обыкновенные будничные выражения и ищет образы в поэтических вымыслах.

Действительно, перед нами поразительный пример того, что на языке биолога называется вторичными половыми признаками. На листья повлияли словно чары Цирцеи, и они приняли совершенно неузнаваемую внешность и связали неразрывными узами свою собственную жизнь с торжественными, но эфемерными минутами свадебного пира растения. За свою нарядную внешность и за отказ от жизни, «как все», листья, превратившиеся в лепестки, расплачиваются кратковременностью своего существования.

Стоит произойти кульминационному акту слияния половых клеток, для которого совершались все описанные приготовления, и лепестки теряют свою свежесть, тускнеют, сморщиваются, сохнут и, как ненужные, отваливаются.

Иногда эта связь брачного убора цветка с процессом оплодотворения поразительна. Так, мне пришлось на опыте проследить ее у известного огородного растения огуречной травы (*Boerhaavia officinalis*), получившего свое название, благодаря приятному запаху свежих огурцов, свойственному его листьям. Цветы огуречника принадлежат во многих отношениях к числу весьма привлекательных для биолога. Их околоцветник, в отличие от цветка лилии, распадается на два круга: наружный, чашечка, так и остается сохраняющим до конца жизни черты листового происхождения—зеленую окраску, жесткость ткани, грубые волоски на поверхности. Но скрывающийся под защитой его внутренний круг, венчик, уже с самых ранних шагов своего развития резко порывает со своими близкими и делается неузнаваемым. Он состоит из нежнейших, абсолютно гладких листочков, с самого начала окрашенных в цвет, не похожий на листья. Любопытно, что они, как подружки невесты, дважды меняют свое платье. Во время формирования, сложенные еще в почке, лепестки огуречника красные, но, когда цветок разворачивается, давая этим сигнал насекомым, что все готово к их посещению, и что час брачного пира наступил, венчик принимает чудную лазурную окраску.

Что бы мы сказали, если бы кто-нибудь был наделен могуществом одним мановением перекрашивать голубое небо в красное или обратно? Секрет, которым обладает растение, очень, очень прост. Красная и синяя окраска лепестков зависит от присут-

ствия одного и того же вещества, называемого антоцианом ¹⁾. Характер его окраски всецело зависит от свойства жидкости, в которой он растворен. Если она кислая, то антоциан имеет красную окраску, если щелочная—то синюю. Очевидно, в случаях, подобных огуречнику, в течение жизнедеятельности клеток лепестков реакция их сока радикально изменяется. Таким образом, по крайней мере, в этой маленькой подробности химическая подкладка легко вскрывается.

Если огуречную траву поставить в такие условия, чтобы опыление цветов насекомыми было устранено, то раскрытые цветы в течение нескольких дней терпеливо ждут, не теряя свежести. Но стоит только искусственно опылить, перенести, следовательно, пыльцу на поверхность рыльца, как через каких-нибудь 3—4 часа венчик отделяется при основании и отпадает. Когда наблюдаешь это явление, хочется говорить невольно напрашивающимися сравнениями.

Дело в том, что пока в цветке брачный пир в разгаре, празднично разодетые подружки невесты—лепестки—чувствуют себя хозяевами и не обращают внимания на чашечку. Они, нужные только на один момент, пользуются им. Но как только кончился свадебный пир, кончается и красивый призрак их существования. Чашечка, как суровый сторож, охраняющий очаг, где готовится будущее поколение, закрывает двери помещения, в котором только что происходил пир. Чашелистики приподнимаются, чтобы сомкнуться над завязью, где теперь будет в тиши совершаться величайший процесс—формирование будущего потомства. Вместе с тем, чашелистики просто-напросто «выталкивают в шею» бесполезные теперь лепестки, силой поднятия отрывая венчик от основания.

Не всегда, впрочем, судьба вторичных половых признаков в цветке протекает по описанному типу. Иногда ярко-окрашенные части, скорее, как гости, лишь временно одеваются в праздничный наряд для того, чтобы по окончании церемонии переодеться в рабочий костюм и возвратиться к повседневному труду.

Так происходит, напр, у пользующегося большой популярностью Иван-да-Марья (*Melampyrum nemorosum*). На этом растении каждый может убедиться, что научное обозначение растений и животных латинскими словами отнюдь не есть результат кабинетной прихоти и стремления отмежеваться пренебрежительно от «черни»; отнюдь не известные высокомерные слова Горация *odi profanum vulgus et arceo* ²⁾ привели к замене живого, вечно текучего языка мертвой застывшей латынью: это диктует простая необходимость. Одни и те же народные названия очень часто даются совершенно различным растениям,

¹⁾ Anthos—цветок, cyanos—синий.

²⁾ «Прочь невежественная чернь».

и, обратно, одно и то же растение называется совершенно различно в разных местностях России.

Как раз в данном случае Иван-да-Марьей довольно безразлично называют, с одной стороны, дикие анютины глазки или трехцветную фиалку (*Viola tricolor*), а с другой, собственно, то растение, о котором мы будем говорить. Оно встречается массами по лесным опушкам и полянкам и получило свое народное название от сочетания в своих соцветиях двух резко контрастирующих красок—желтой и сине-фиолетовой. Первая из них принадлежит собственно цветам, их венчикам, а вторая—сильно измененным верхушечным листьям, прицветникам, которые у Иван-да-Марьи привлечены к участию в брачном пире и имеют совершенно лепестковидный характер—с нежной консистенцией, отсутствием хлорофилла и обильным развитием фиолетового антоциана. Но когда совершится оплодотворение, эти прицветники сбрасывают свой яркий наряд и постепенно возвращаются к будничной деятельности листьев.

Иногда то же самое бывает и с частями собственного цветка. Так, на лугах у нас весьма обычен истод (*Polygalla*) с мелкими синими или фиолетово-синими цветами, весьма замысловатого устройства. У него ярко окрашенные лепестки после оплодотворения принимают зеленую окраску, грубеют и вообще превращаются в листочки.

В связи с малой продолжительностью существования отдельных цветов и вторичные половые признаки у растений имеют обычно эфемерный характер, но зато они повторяются все вновь и вновь, по мере того как образуются новые и новые цветы. У животных чаще подобные признаки, раз возникнувши, сохраняются все время, пока поддерживается половая деятельность. Но и у них иногда наблюдается образование «лепестков», которые каждый год облетают по окончании свадебного пира и весной возобновляются вновь. Такой случай представляют, напр., кулики турухтаны, у которых самцы весной прилетают испещренные разными яркими цветами, в виде крупных пятен, или пегин и с большими гривами или ошейниками из пестро окрашенных перьев. Интересно, что окраска этих перьев весьма неодинаковая у различных самцов. «Они блестят,—говорит С. Т. Аксаков,—золотистым глянцем всех цветов: желтого, красноватого, вишневого и чаще всего зеленого». «Весело смотреть на них, проворно бегающих по начинающим зеленеть лужайкам, сверкающих на солнце яркостью своих перьев с их разноцветными золотистыми отливами. Точно широкая радуга легла на землю и бежит по ней, волнуясь и изгибаясь». Но вот этот чудный наряд с окончанием периода ухаживания самцов и спаривания постепенно сбрасывается, и к осени самцы делаются почти не отличимыми от самок.

Цветок есть метаморфозированный побег.

Что части цветка есть результат видоизменения или метаморфоза обыкновенной зеленой ветки, можно вывести заключение из простого наблюдения над развитием цветка. В науку учение о «метаморфозе» растения впервые вошло благодаря гениальному поэту Гете. Закон, что истинная гениальность разносторонняя, как нельзя лучше подтверждается на Гете. В лице его был соединен не только вечный мировой поэт, но и выдающийся натуралист-мыслитель, который, может быть, не столько кропотливым исследованием, сколько счастливым чутьем отгадывал истинные соотношения. Как ни кажется нам сейчас элементарно-бесспорным учение о превращениях частей растения, эти взгляды Гете встретили сначала не особенно благоприятный прием. Тот факт, что они принадлежали поэту, вызывал к ним скептическое отношение.

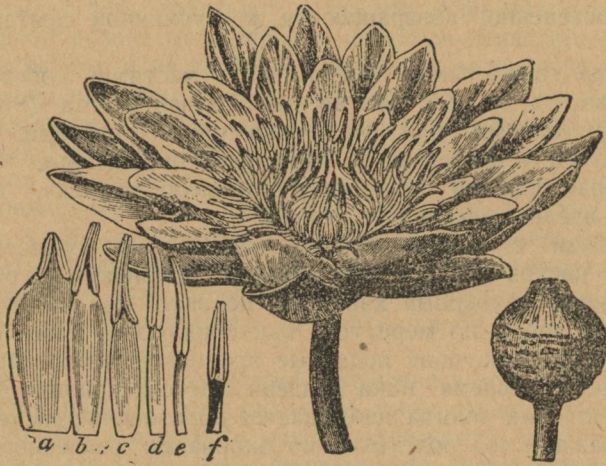


Рис. 29. Цветок белой водяной лилии. Переходы от лепестков к тычинкам.

Гете изобразил идеальное «первичное» растение, в котором можно видеть все постепенные переходы между вполне развитыми листьями и их видоизменениями, в том числе частями цветка. Действительно, и в природе встречаются виды, очень похожие на схематическое построение гениального поэта.

Красавица стоячих вод белая водяная лилия (*Nymphaea alba*) в своих крупных цветах представляет чрезвычайно демонстративный случай всей постепенности переходов от наружных зеленых листочков околоцветника через чисто белые лепестки к промежуточным образованиям между лепестками и тычинками, к нормальным тычинкам и, наконец, от этих последних к пестикам.

Но, пожалуй, еще лучше переход листьев в цветок иллюстрируется нашим общеизвестным лесным растением—одноягодником четырехлистным (*Paris quadrifolia*). У него стебель на верхушке несет четыре расположенных крестом эллиптических листа. Из центра их выходит цветоножка, кончающаяся цветком, состоящим из 4 чашелистиков, четырех лепестков, двух кругов тычинок по 4 тычинки в каждом и пестика с 4 рыльцами. Таким образом одно и то же число 4 у одноягодника с математической правильностью повторяется как для

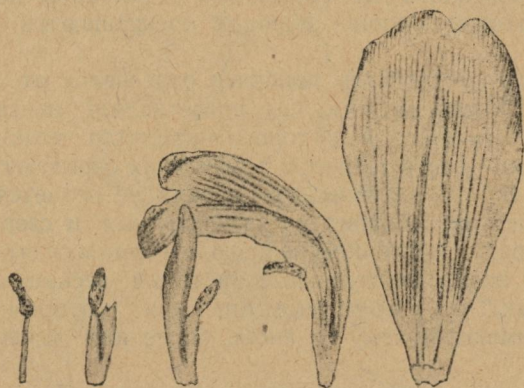


Рис. 30. Переходы от лепестков к тычинкам в цветке махрового тюльпана.

листьев, так и для частей цветка. Вместе с тем, чашелистики походят на уменьшенные и вытянутые листья, лепестки—на еще более вытянутые и суженные, притом сделавшиеся желто-зелеными чашелистики, а тычинки являются результатом дальнейшего сужения лепестков и образования по бокам их пыльников.

В Северной Америке имеется близкий к одноягоднику род *Trillium*. Он отличается, между прочим, тем, что в его кругах всюду проходит число 3, а не 4. У *T. sessile* цветок непосредственно придвинут к листовой розетке, и таким образом вся серия переходов делается особенно демонстративной.

Совершенно неотразимые аргументы в пользу того, что цветок представляет собой не что иное, как глубоко метаморфозированный побег, щедро открывает область тератологических явлений, или уродливостей. Многие из них в виде декоративных растений фигурируют в наших цветниках и садах, еще больше можно найти в дикой природе.

Если взять махровый пион или, еще лучше, тюльпан, то мы найдем в одном и том же цветке всевозможные образования промежуточные между околоцветником, тычинками, пестиками и листьями. Вообще, нетрудно подобрать, при некоторой хотя бы наблюдательности, прекрасную коллекцию всяческих

стадий метаморфоза листьев и частей цветка. У одних растений подобные уродливости повторяются чаще, у других реже. В особенности склонны к ним различные лютиковые. Так, незаметный переход от нормальных листьев к околоцветнику у них принадлежит к числу заурадных явлений. С другой стороны, и всякие уклонения в сторону переходов от листочков околоцветника к тычинкам также весьма обычны.

Чрезвычайно склонен к образованию уродливостей гравилят поручейный (*Geum rivale*) из розоцветных. У этого весьма обыкновенного на сырых лугах растения чашелистики, все или некоторые, сплошь и рядом превращаются в крупные листья.

По своему устройству наиболее отделяется от листа женский орган цветка—пестик. Он представляет нередко перегородчатоеместилище, в котором находятся мелкие зачатки будущих семян—семяпочки. В глубине их скрываются яйцевидные клетки. В тератологических случаях не остается сомнения, что завязь пестика состоит из уменьшенных и свернутых или сомкнутых краями листочков, на краю которых и сидят семяпочки. Превращение завязи в отдельные листочки весьма обычно при явлениях так наз. позеленения, при котором все части цветка принимают почему-то вновь более или менее листовые свойства.

Между прочим, на цветочной выставке в Париже в 1855 г. экспонировалась роза с зелеными цветами: у нее лепестки имели зеленую окраску, сохраняя округлую форму, цельные края, нежную консистенцию. Обычно, однако, в позеленевших цветах розы лепестки приобретают и внешнее сходство с листьями: имеют зубчатые края и грубое строение.

Очень интересна уродливая форма огородного мака (*Papaver somniferum*), у которой тычинки, ближайшие к пестику, оказываются в различной степени превращенными в мелкие добавочные пестики. Взаимные переходы от лепестков к тычинкам весьма нередко, далеко нельзя того же сказать об отношениях между тычинками и пестиками. Поэтому названный мак, послуживший материалом для интересных наблюдений де-Фриза, автора мутационной теории, весьма поучителен. Кроме огородного мака, такую же форму можно наблюдать у кавказского мака восточного (*Papaver orientale*) с громадными красными цветами. Он самосейкой воспроизводится в ботаническом саду Тимирязевской академии.

Уже принимая во внимание тот факт, что вторичные половые признаки цветковых растений имеют, главным образом, химический характер (исчезновение хлорофилла, появление пигментов), дает право быть уверенным, что они вызываются какими-то химическими гормонами. Но более о них пока ничего неизвестно: неизвестен ни их химический состав, ни чем они выделяются,

самими ли половыми клетками или какими-либо другими. Искусство экспериментатора пока еще почти обходило эту область.

Саксу, основателю новейшей физиологии растений как цельного учения, принадлежит опыт, который свидетельствует



Рис. 31. Уродливый мак с частью тычинок, превращенных в пестики.

о накоплении в растении, собирающемся цвести, каких-то специфических химических веществ. Известные комнатные растения—бегонии, легко размножаются отводками—листьями. Стоит отрезать лист бегонии и положить его на влажный песок для того, чтобы на нем образовались придаточные корни и придаточная почка, из которой потом развивается побег. Оказывается, если опыт произвести с листом, взятым с растения задолго до его цветения, то из отводка получается листоносный побег. Если же лист взят с растения, собирающегося цвести, то из придаточной почки образуются непосредственно цветы. Сакс и высказал взгляд, что в основании метаморфоза листьев в цветы лежит действие особых веществ, которые, подобно ферментам, будучи сами в малом количестве, изменяют несоразмерно большие количества пластического материала.

Что изменение химизма с наступлением периода цветения охватывает всю сферу ближайших органов, подтверждают многочисленные случаи лепесткообразного окрашивания прицветников и верхних листьев. Мы видели это уж у Ивана-да-Марьи. Чрезвычайно эффектная жгуче-красная окраска у разводимого в цветниках блестящего шалфея (*Salvia splendens*) распространяется

не только на венчики, но и на чашечки, прицветники и стебель в соцветии. В особенно же крупном масштабе подобное разлитие ярких красок и лепестковидности наблюдается у многих тропических растений из семейства бромелиевых, акантовых и др.

Изучение явлений позеленения цветка приводит к выводу, что корень его лежит в ненормальностях развития семяпочек. Это дает указание, что источник секретиции нужно искать где-то внутри последней.

Мы говорили до сих пор о вторичных половых признаках, связанных теснейшим образом с половым процессом. Но другая серия вторичных признаков при образовании плодов. Вторичные признаки при образовании плодов. Половых явлений связана с ростом оплодотворенной яйцевой клетки и развитием зародыша. У высших животных признаки этой категории не так бросаются в глаза.

Здесь относится, напр., увеличение грудных желез после зачатия и выделение ими молока, разрастание матки и др. И здесь для животных имеются уже красивые опыты, обнаруживающие в таких случаях участие химических гормонов. Так, напр., морской свинке делалась пересадка молочной железы вблизи уха, следовательно, на совершенно необычном месте, чем совершенно устранялась возможность раньше существовавшего сообщения нервными проводниками. Когда наступила беременность, то пересаженная железа увеличилась в размере, а под конец беременности давала даже молоко.

Результаты данного опыта, уже сами по себе, вряд ли оставляют сомнение в том, что перед нами результат воздействия на железу каких-то химических веществ, выделяемых плодом и поступающих в организм. Но Старлингу и мисс Ленклайнон удалось вызвать начало увеличения грудных желез у девственной самки кролика путем впрыскивания ей вытяжки из плода других беременных кроличих. После впрыскивания в течение 5 недель грудная железа имела такой вид, какой она имеет нормально на 9—10-й день беременности.

Вторичные признаки, появление которых связано с образованием зародыша и плода, у растений имеют широкое распространение и по степени выраженности нередко не уступают вторичным признакам, связанным с половым процессом. Под влиянием формирующегося зародыша прежде всего наступают более или менее глубокие изменения в непосредственно окружающих яйцевую клетку органах—семяпочках и пестике. Но очень часто они захватывают гораздо более обширную сферу, а иногда отражаются на поведении почти всего растения. Приведем для иллюстрации ряд примеров.

Для избежания недоразумений напомним, что семя цветковых растений есть результат развития яйцевой клетки вместе со всей включающей последнюю семяпочкой. Оно состоит таким образом из собственно зародыша будущего растения и раз-

личных вспомогательных частей, развивающихся из частей семяпочки. К этим последним принадлежат, напр., семенные оболочки. Очевидно, хотя они и остаются при зародыше, но принадлежат собственно матери. Плод представляет весь пестик, разнообразно измененный вследствие вторичных процессов вместе с семенами. Стенки плода происходят из стенок завязи и по своему происхождению принадлежат всецело материнскому растению.

Таким образом разнообразны новые признаки, появляющиеся при развитии оболочки семян и плода, есть лишь дальнейшее углубление явлений метаморфоза, начало которому уже положено в образовании самого цветка.

Наиболее глубокие и сложные изменения в стенках семяпочек и в завязи происходят у сочных семян и плодов. Здесь совершенно так же, как в лепестках цветка, совершается полное изменение ткани, исчезновение хлорофилла и появление ярких пигментов.

В более редких случаях такое изменение охватывает только оболочки семян, завязь же ограничивается лишь разрастанием. К ним принадлежат чрезвычайно эффектные плоды обыкновенного в горах Крыма пиона (*Paeonia triternata*). Экскурсируя в Крыму летом, часто

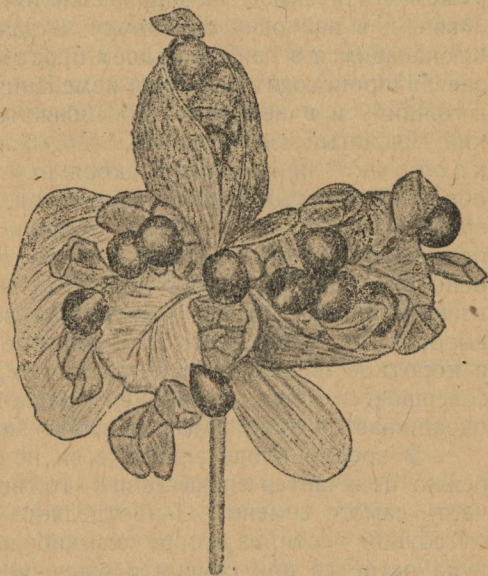


Рис. 32. Раскрывшаяся коробочка крымского пиона.

можно видеть раскрывшиеся коробочки названного растения, внутри которых, как на блюде с светло-фиолетовым дном, лежат сизо-черные круглые ягоды вперемежку с какими-то тельцами кораллового цвета. Подобная фруктовая корзинка, если бы она была побольше, могла бы служить хорошим подарком.

У крымского пиона не только подвергаются глубокому изменению оболочки семяпочек, но притом резко неодинаково у различных семяпочек в одном и том же плоде. Семяпочки кораллового цвета не имеют зародыша и по своей угловатой форме также отличаются от окрашенных в черный цвет.

Близкий случай представляет обыкновенный в наших лесах кустарник бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosus*).

Осенью на его ветвях висят настоящие красивые сережки. Семена его снабжены блестящей черной оболочкой и, кроме того, от их основания разрастается особая мясистая ткань оранжевого цвета. Стенка плода принимает бледно-розовую окраску.

Гораздо чаще образование яркой сочной мякоти происходит в стенке завязи. Оно всегда при этом сопровождается другими крайне характерными тканевыми метаморфозами: параллельно с ним всегда образуется очень твердая ткань конутри от мякоти.

Что такое, напр., по своему происхождению всем знакомый прелестный плод вишни, который на житейском языке называется ягодой, а на ботаническом — костянкой? Если мы разрежем его в самом начале развития, то найдем еще зеленую завязь и в ней одну семяпочку. В дальнейшем семяпочка с заключающимся в ней зародышем просто увеличивается, в стенке же завязи происходят глубокие изменения. Она сильно разрастается в толщину и в ней резко обособляются два слоя: наружный мягкий, мясистый и внутренний твердый, деревянистый, образующий косточку или крепкую скорлупку вокруг семян, собственная оболочка которых остается пленчатой. Наружный слой, пока плод зреет, имеет окраску почти сходную с листьями. В это время при беглом взгляде даже и не заметишь, что деревцо обременено плодами. Да и вкус последних не представляет ничего привлекательного. Но вот внутри них зародыши сформировались, выросли, пора покидать материнское растение. Вместе с тем, в короткое время, почти на глазах, в наружном слое плода совершается новое изменение: он делается сочным, вкусным и ярко окрашивается, приобретая манящую издали контрастность.

В зрелом плоде вишни, если не знать его развития, неизбежно получается впечатление, что твердая стенка косточки есть часть самого семени. Она отделяет свою дальнейшую судьбу от сочной части: та вскоре кем-нибудь съедается, а твердая скорлупа остается при семени и разделяет с ним дальнейшую участь.

В романе «Колá Бреоньон» Р. Роллана девушка «не рвала ягоды — она, напрягая шею, протянув губы, клевала их прямо с дерева, оставляя косточки», а восхищенный ею юноша «...вырвал ветку, которую она ощипывала, припал к ней ртом и жадно сосал влажные зернышки».

Иначе дело обстоит, напр., у винограда, у которого плод — ягода в строгом смысле слова. По внешности строение его и тут и там одинаковое, только число семячек различное. У винограда опять мы имеем сочную мякоть и семена, окруженные очень крепкой деревянистой оболочкой, словно камешки. Но у него вся стенка завязи делается сочной и съедобной, а косточки семян, образуются через соответствующее изменение оболочек самих семян.

Для естествоиспытателя различное происхождение — факт крупного значения, для организма же, очевидно, безразлично

что бы ни пустить в дело, лишь бы достигнуть цели и, как в вышеописанном опыте, нервный бокал глаза в любом месте превращает эпителий в хрусталик, так и импульсы, идущие откуда-то, от зреющего зародыша, одинаково могут превратить в мякоть или твердую часть каждую ткань. Они могут разливаться и дальше, вызывая чудесные превращения все в более и более далеких органах.

Вот, напр., крупный, ароматичный, темно-красный плод клубники или земляники. Профан с'едает его под названием «ягоды». Ученый, однако, и тут анализирует явление и приходит к очень интересному заключению. В плодах клубники растение разрешает те самые задачи, какие мы видели у вишни и винограда, но опять употребляя новый материал. Мякоть в данном случае принадлежит уже ни семенам, ни завязи, а разросшейся стеблевой части цветка—цветоложу. Твердые же зернышки, погруженные в эту мякоть, есть собственно плоды. Они образовались из многочисленных, как вообще у розоцветных, пестиков, при чем их твердая оболочка является результатом соответствующего изменения стенки завязи во всю ее толщину.

Яснее то же самое выражено у шиповника или дикой розы. У него цветоложе сильно углублено и имеет форму кувшинчика или горшочка. Внутри него сидят многочисленные пестики. При созревании стенки цветоложа делаются несколько мясистыми и снаружи принимают оранжевую окраску, а завязи превращаются в очень жесткие орешки.

Еще дальше и замечательнее метаморфозирующее влияние распространяется у пасленового «песей вишни» (*Physalis Alkekengi*), встречающейся то чаще, то реже в качестве сорняка на тенистых местах в южной части СССР, а в Крыму—нередко и в виноградниках и на пустырьках. Весной это очень невзрачное растение с листьями, как у черного паслена, и одиночными цветами при основании их, похожими на цветы картофеля. Но осенью оно положительно расцветает, и в то время, когда кругом большинство остальной растительности напоминает окончившуюся и раз'езжающуюся большую ярмарку со сложенными товарами и лишь кое-где последними остатками пестрых балаганов, песья вишня, получившая незаслуженно столь неблагоприятное название, выделяется ярко-оранжевыми пятнами. Ее зрелые плоды представляют оригинальное строение. Они имеют вид ярко окрашенных пузырей, внутри которых скрывается крупная совершенно помидорообразная ягода. Нетрудно убедиться, что пузыри есть чрезвычайно разросшаяся чашечка, принявшая в то же время яркую плодовую окраску! Последняя явно распространяется и на цветоножку.

Зачем понадобилась песей вишне двойная вывеска, из которых одна спрятана в другой, пока не поддается об'яснению.

У песей вишни плоды гораздо наряднее цветов. Из-за последних названное растение, конечно, никто бы не вздумал

разводить. Но из-за плодов его иногда можно видеть и на садовых грядках исполняющим обязанности позднего «цветка».

В других случаях сочные плоды точно также нередко конкурируют с цветами по живости и свежести красок и яркости мазков, расписывающих растение. Разве может сравниться бузина (*Sambucus racemosa*) во время цветения с той же самой бузиной осенью, когда она стоит вся обвешанная самыми жгучими кораллами? Или горькая рябина в плодах не заслуживает ли названия красавицы?

Но вообще говоря, все-таки гамма красок при плодах более монотонна. Белый цвет, напр., фигурирует в виде исключения. Снежные ягоды (*Symphoricarpos racemosus*), еще два три растения и обчелся. Синий, фиолетово-синий до черного, желтый, оранжевый до кораллово-красного,— вот преобладающие краски плодовой технологии. И между ними есть постоянно прокидывающаяся связь. Благодаря ей растение так легко осуществляет эффект контраста.

К вышеописанным плодам крымского пиона и нашего бересклета можно было бы присоединить и ряд других. Из них заслуживают упоминания крупные коробочки тропической *Urania guianensis* (из Гвинеи), внешне удивительно сходные с крымским пионом, хотя между этими растениями почти нет ничего общего. Здесь точно также, словно на блюде, предлагается вниманию любителей щедрой рукой наложенная куча темно-синих и оранжево-красных ягод. Но в то время как у крымского пиона кораллилки есть результат своеобразного видоизменения части семяпочек, у урании сходную контрастную окраску принимает густая шерстистость, развивающаяся в изобилии при основании семян.

Во многих случаях легкий переход сине-черной окраски в кораллово-красную можно наблюдать у близких растений, напр., у двух видов бузины: красной (*Sambucus racemosa*) и черной (*S. nigra*). В тенистых лесах нередко можно встретить сильно уклоняющуюся представительницу семейства лютиковых воронжку или, как ее охотнее зовут на других европейских языках, христофорову траву (*Actaea spicata*). В средней и южной части РСФСР она имеет всегда глубоко-черные ягоды, а в Сибири—кораллово-красные. В остальном эти два растения лишь незначительно отличаются по очертанию листьев. В северной и восточной части РСФСР они могут встречаться рядом и при разведении в садах сохраняют свои особенности.

В противоположность окраске формообразовательное творчество в сочных плодах выражено слабо. У самых разнообразных растений повторяются одни и те же шаровидные и эллипсоидальные формы. Лишь изредка вносится некоторое разнообразие. В этом отношении стремлением сочетать краски и пластику наиболее отличаются тыквенные. Известны фигурные

тыквы, плоды которых имеют вид каких-то хлебов, лепешек и пр., разукрашенных, кроме того, наростами. У принадлежащей к тому же семейству *Momordica charantia* (из восточной Индии) плод, с небольшой огурец, в зрелом виде принимает желтую окраску и, будучи покрыт многочисленными круглыми и вытянутыми бугорками, приобретает сходство с какой-то старинной шапкой, украшенной камнями. Он растрескивается на три лоскута и обнажает крупные угловатые семена, окруженные фиолетово-красной собственной студенистой обложкой.

Наиболее замечательны по своей форме плоды тропического однолетнего растения из тыквенных (*Trichosanthes colubrina*). Они достигают длины 6 футов при незначительной толщине, хвостообразно заострены на свободном конце и, будучи изогнутыми и покрытыми на поверхности бороздками, при пестрой окраске из смеси зеленого и оранжевого имеют чрезвычайное сходство с тропическими змеями. Отсюда произошло и видовое название растения (*coluber*—уж).

Совершенно наоборот у плодов с сухим околоплодником: преобразующая деятельность вторичных процессов, виновником которых является развивающийся зародыш, почти не проявляется в окраске.

Впрочем, нельзя сказать, чтобы совсем не было сухих плодов с ярко бросающейся в глаза внешностью. При этом является не лишнее основания подозрение, что в таких случаях растение прибегает к мелкому мошенничеству или же к законной самозащите.

Первое приходится сказать, напр., о некоторых бобовых с красивыми пестрыми семенами, не защищенными очень твердой кожурой. Таков, напр., четочник (*Abrus precatorius*), семена которого, нанизанные на нитку, служат у католиков вместо четок. Повидимому, птицы набрасываются на них, принимая их за ягоды, и проглатывают, не расклеывая, так сказать, сгоряча. С другой стороны, жесткие с мраморным рисунком семена люпинов настолько походят на мелкие окатанные камешки, что, быть может, это сходство обеспечивает им безопасность. Покойный профессор А. Н. Краснов в своем описании Тянь-Шаня говорит о встречающемся там оригинальном виде хохлатки (*Cogidalis*) с пузыревидно-вздутыми плодами, которые теряются среди горной гальки, благодаря сетчатому узору жилок.

Изредка яркая окраска сухих плодов производит впечатление просто маленького каприза. Так, по Уоллесу, у *Calotropis procera* семена снабжены перепончатой окраиной и тонкими шелковистыми волосками, следовательно, могут расселяться при помощи ветра. В то же время плод, внутри которого они скрыты, достигающий величины с яблоко, имеет прекрасную желтую окраску.

В громадном большинстве случаев превращения в области сухих плодов направлены в сторону всевозможных вариантов

летающих, цепляющихся, разбрасывающих, плавающих и т. п. аппаратов. Так как при этом речь идет обыкновенно о произведениях весьма незначительной величины, то кажется, что присутствуешь в мастерской анекдотических тульских мастеров, достигнувших высшей степени виртуозности в искусстве миниатюры и сумевших подковать блоху. Еле заметные крючочки, под микроскопом превращающиеся в тонко сработанные якоря; тончайшие волоски, заменяющие летательную платформу, могущие складываться и раскладываться наподобие зонтика; прелестнейшие вазочки, стаканчики, горшочки с каким-нибудь секретом для выбрасывания семян, а нередко и для их защиты,—все это разворачивается с бесконечным разнообразием в деталях. Если речь идет о какой-нибудь одной родственной группе, то нередко один и тот же материал лепится на всевозможные лады вроде того, как это бывает при складывании из куска бумаги различных фигурок—лодочек, столов, кошельков и пр.

В обширнейшем, напр., семействе сложноцветных таким пластическим материалом служит чашечка цветка. Судьба ее здесь поучительна, как образец неоднократных изменений строения при развитии вторичных половых признаков.

Обыкновенно чашечка представляет собой круг видоизмененных листьев, играющих роль пальто, которое набрасывают на себя более нежные части цветка для защиты от жары, дождя и пр. Но у сложноцветных многочисленные мелкие цветы скучиваются тесно вместе и окружаются все сразу хорошим ограждением из прицветных листочков. Чашечка при отдельных цветах таким образом делается ненужной и закладывается только по привычке в виде едва заметных зубчиков, краинок, волосков. С «пальто» цветка произошло то, что многократно происходило в истории нашего собственного костюма с отдельными его частями. Наиболее близка к нему судьба нашего жилета. Это явно атрофирующаяся принадлежность мужского костюма не всегда была тем, что она представляет из себя в настоящее время. Когда-то современный сюртук играл роль верхнего платья, а жилет служил курткой или камзолом. Появление пальто превратило сюртук в платье, которое не снимают, войдя в комнату, и отодвинуло значение жилета на задний план.

У некоторых сложноцветных, напр. у ромашки, низведение на-нет чашечки является бесповоротным. Но гораздо чаще она используется растением в качестве материала для различных поделок, связанных с оборудованием плода и тогда вновь выступает на сцену. У большинства сложноцветных она разрастается при плодах в орган планирования в воздухе.

Летом в воздухе часто плавают белые пушинки. Иногда они быстро проносятся вдаль, увлекаемые дуновением ветра, иногда в тихую погоду, их можно видеть парящими так высоко, как только замечает глаз. Среди этих воздухоплателей, летя-

щих не то на аэропланах, не то на воздушных шарах, главный процент составляют сложноцветные. Разросшаяся чашечка превращается в распушенный хохолок, к которому подвешен плодик, и носит его с собой по волнам воздушного океана.

В частности, строение летательного аппарата сложноцветных или метаморфозированной до неузнаваемости чашечки колеблется в самых широких пределах. Как и всегда, истинная деловитость и работоспособность не гонится за кричащей внешностью. Наш одуванчик (*Taraxacum officinale*), наводняющий поля и дуга своими плодами, имеет очень маленький летательный аппарат. То же самое приходится сказать о мелколепестнике канадском (*Erigeron canadensis*), который, будучи занесен в прошлом столетии из Америки в Европу, успел распространиться повсеместно и проникнуть во все уголки последней.

Поэтому не совсем понятно, зачем понадобился козлобороднику (*Tragopogon*) громадный парашют, с красиво переплетенными косматыми волосиками, в который у него разрастается чашечка? Вообще, строение «хохолка» у сложноцветных так разнообразно и в то же время характерно для каждого рода, что служит одним из важных систематических признаков.

Не всегда, однако, чашечка превращается в орган планирования. У обыкновенной череды (*Bidens tripartitus*), живущей по топким побережьям, она при плодах видоизменяется в 2—3 тонких и острых щетинки, покрытых обращенными назад, как у остроги, зазубринами. Эти остроконечия, совершенно неудобные для летания, служат прекрасными прицепками. Стоит осенью пройти через заросль череды, чтобы унести на платье десятки и сотни ее плодов. Когда мы, пройдя уже порядочное расстояние, замечаем это неприятное обстоятельство и начинаем, изрядно ворча, медленно вытаскивать цепкие плодики и с досадой швырять их на землю, то они с полным правом могли бы посмеяться над нами. Ведь, им только этого и нужно: быть брошенными где-нибудь на новом месте, подальше от прежнего. Смотришь, на следующий год появилась череда там, где ее не было.

Если уж в пределах семейства вторичные формообразовательные процессы, связанные с ростом плода, могут видоизменяться на десятки ладов, то тем более, конечно, это относится к цветковым растениям, взятым в целом. Как и при вторичных половых признаках, в цветах бесконечно изменяется как форма, в которую выливается тот или другой орган, так и орган, который вовлекается в процесс изменения.



Рис. 33. Облетающая головка одуванчика.

Достаточно присмотреться хотя бы к нашим лесным деревьям, чтобы убедиться в этом. Большинство из них при расселении своих плодов прибегает к ветру, но как разнообразны способы решения задачи и средства для практического ее осуществления!

У ивы и тополя пестик изменяется слабо и служит лишь временным вместилищем для семян. На этих последних развиваются длинные волоски, которые и способствуют расселению их ветром. У сосны, ели и ряда других хвойных орган полета вырастает также из семяпочки, но имеет вид перепончатого крылышка. Различные варианты таких же перепончатых придатков мы видим у березы, вяза, клена, ясеня, здесь они, однако, есть продукт видоизменения стенок завязи или самого плода. У граба при основании плода—орешка разрастается в виде трехлопастного крыла прицветный листочек. У липы роль планирующего аппарата берет на себя перепончатый прицветник, прикрепленный к ножке всего соцветия. При плодах он, впрочем, почти не изменяется.

Наиболее замечательный в нашей природе случай отдаленного влияния импульсов, идущих от зародыша, на вторичные образовательные процессы среди древесных пород представляет кустарник сумах или скомпия (*Rhus cotinus*). Он весьма обычен в Крыму и на Кавказе; встречается также по Донцу в Изюмском уезде Харьковской губернии. У него при созревании сравнительно немногочисленных плодов многочисленные бесплодные веточки соцветия разрастаются и покрываются длинными фиолетовыми волосками. К концу созревания метельчатые соцветия превращаются словно в комья нежно-окрашенного пуха.

Вторичные признаки при плодоношении, как все, принимают гораздо более импозантные размеры у тропических растений. «При прогулке по отделению *Dipterocarpaceae* Бюитензорского ботанического сада ¹⁾,—говорит Габерландт, на земле всегда можно найти многочисленные плоды диптерокарпуса (*Dipterocarpus*), относящиеся к самым крупным и тяжелым крылатым плодам, какие нам только известны. Плод *D. Spanoghei*, напр., достигает величины мелкого лесного ореха и, будучи высушен, весит 12—14 граммов. Из пяти остающихся над завязью чашелистиков два разрастаются в большие дуговидные крылья, расположенные симметрично друг против друга и загнутые дугобразно наверху. Длина такого крыла составляет около 25 см, ширина 3—4 см. Вдоль всего крыла проходит 5 сильных листовых нервов, из которых только три средних достигают вершины; между ними находится сильно развитая частая сеть анастомозов. Таким образом этот крупный летательный

¹⁾ На о-ве Яве.

аппарат, несмотря на свой незначительный вес, построен крепко и эластично. Когда плод падает с высокой вершины вниз, он тотчас же приходит в быстрое вращающееся движение, благодаря чему быстрота падения значительно замедляется и ветру предоставляется случай захватить с собою плод».

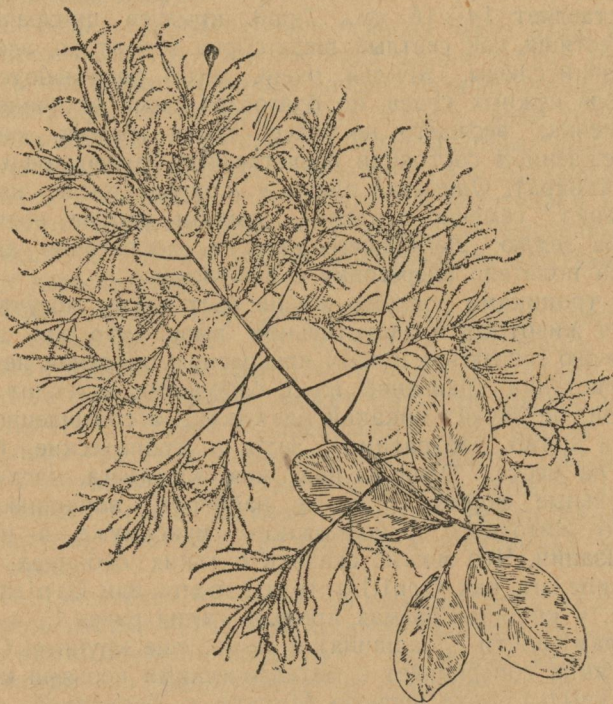


Рис. 34. Плоды сумаха.

«Другой, еще более интересный пример, представляют крылатые семена занонии крупноплодной (*Zanoniea macrocarpa*) лианы из семейства тыквенных, бросающейся в глаза в отделении лазящих растений ботанического сада своими прекрасными блестящими зелеными листовыми гирляндами. Между ними можно заметить наверху бурые плоды, висящие наподобие крупных колокольчиков. Если подождать, пока порыв ветра приведет их в движение, то вам покажется, будто перед вами внезапно выпорхнул целый рой крупных атласных, блестящих бабочек. Объемистый, похожий на тыкву плод—поперечник его равняется около 20—24 см—разверзается на обращенном книзу конце наподобие коробочки, так что образуется большое трехгранное отверстие, сообразно количеству плодолистиков,

края которых загибаются внутрь. Раскрытый таким образом плод походит на большой колокол. Многочисленнейшие крылатые семена, расположенные пакетом друг над другом, принадлежат к прекраснейшим и совершеннейшим в этом роде. Плоское желто-бурое семя походит на крупные семена тыквы; оба изогнутых крыла имеют 5 сантиметров в ширину и 7—8 сантиметров в длину, так что ширина всего летательного аппарата составляет 14—16 см. Ткань крыльев прозрачна, как вуаль, блестяща, как светлый шелк-сырец или атлас, эластична, как листочки слюды. Крылья очень легко разрываются, особенно вдоль нежных краев, но, благодаря своей величине и легкости семечка, весящего не более трети грамма, они даже и в поврежденном состоянии представляют превосходный летательный аппарат. Описывая длинные круги, красиво колеблясь вверх и вниз, семечко медленно, как бы против воли, опускается на землю. Легчайшего ветерка достаточно для того, чтобы оно полетело вперегонку с бабочками.

Под тропиками роскошь жизни бьет таким могучим фонтаном и в животном и растительном мире, что они для каждого воочию сливаются. В этом прекрасном описании летающих плодов растения сравнение их с бабочками вытекает как-то само собой, не звучит никакой натяжкой, а совершенно естественно и прямо неотразимо. Зато и тропические бабочки не стоят на месте. Одни из них, как каллима, маскируются в растительные формы, а другие, наоборот, воплощают идею летающего животного до возможного максимума в пределах их организации. Что можно сказать о таких бабочках Малайского архипелага, как *Ornithoptera aroana* или *Ornithoptera poseidon*, у которых размах крыльев самца равен 15 и больше сантиметрам (почти $\frac{1}{4}$ аршина), а самка еще крупнее! Окраска крыльев самца соперничает с металлическими перьями колибри: передние крылья цвета черного бархата с бархатной зеленой каймой; задние крылья ярко-зеленые с черными жилками и пятнышками, тонким черным бордюром и густой щеткой бурых волосков. Ярко-желтое брюшко, как отлитое из золота, блестит между темными бархатными тонами его крыльев. «Удивительное впечатление,—говорит проф. Арнольди, у которого мы заимствовали приведенное описание,—производят эти насекомые, когда они или высоко кружатся в воздухе, поднимаясь над вершинами деревьев и опускаясь в чашу леса, или же перелетают морские проливы с одного острова на другой. Наше представление никак не может свыкнуться с бабочкой такой величины, и кажется, что летит птичка, а не насекомое»...

Под тропиками и цепляющиеся плоды достигают наибольших размеров. В этом отношении замечательны плоды однолетнего растения мартинии (*Martynia proboscoidea*) из семьи Pedaliaceae. По общему впечатлению и размерам они имеют

большое сходство с гигантскими тропическими жуками-геркулесами. В отличие от названного насекомого, от тела плода мартинии торчат вперед, постепенно расходясь, не один, а целых два хобота, при том сильнее согнутых крючком. Длина плода равна около 15 см. Плоды лежат на земле и своими крючковатыми придатками легко зацепляются за ноги наступающих крупных животных.

Во всяком случае только бьющая через край, не знающая куда девать себя от избытка, сила жизни теплых стран могла создать подобные чудовища-плоды. Задача, которую она осуществляет прекрасно, или, лучше сказать, даже гораздо успешнее, осуществляется при помощи более скромных приспособлений.

Наступление полового размножения и последующее развитие плода у животных сопровождается появлением целого ряда инстинктов, связь которых с секрецией определенных химических веществ, как мы видели, доказывается опытами с кастрацией и пересадками.

Точно также и у растений образование цветов и созревание зародыша ведет не только к вторичным признакам в области формы и окраски, но и к определенному поведению, которое с полным правом может быть поставлено в параллель с инстинктом. Одной из прекрасных иллюстраций того, как «поступки» растения невольно заставляют говорить о них в таких же выражениях, как о животном, может служить картина оплодотворения водяного растения валлиснерии (*Vallisneria spiralis*). Оно часто разводится в аквариумах, хотя цветет здесь редко.

То, свидетелем чего является наблюдатель у валлиснерии, настолько поразительно, что когда-то вдохновляло даже поэтов. Цветы валлиснерии образуются под водой, женские отдельно от мужских, но оплодотворение совершается на поверхности воды. Ножка, несущая женский цветок, как бы с этой целью, сильно удлиняется и выносит его на поверхность. В то же время мужские цветы отрываются от своей короткой ножки и также всплывают наверх. После того как произойдет оплодотворение (при содействии ветра), ножка женского цветка спирально закручивается и увлекает его снова в глубь воды.

Грибы в качестве экспериментаторов. Как было уже упомянуто выше, область вторичных половых признаков у растений, несмотря на свою обширность и важную роль в картине жизни растения, пока почти не затронута экспериментально. Тем более заслуживают упоминания интереснейшие явления, которые могут служить образцом экспериментального искусства самой природы. Они определенно говорят, что формообразовательные процессы, подобные тем, которые сопровождают образование цветов и плодов у растений, действительно, могут быть вызваны химическими агентами.

И только недостаток инициативы у исследователей задерживает ход их открытия.

Мы имеем в виду те изменения, которые вызываются в тканях и органах растений другими организмами.

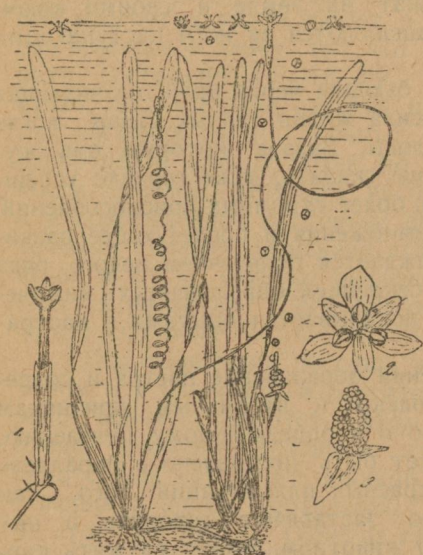


Рис. 35. Процесс оплодотворения у валлиснерии. 1. Отдельный женский цветок. 2. Мужской цветок. 3. Мужское соцветие.

В зарослях брусники осенью нередко можно находить кустики, пораженные грибом *Exobasidium vaccini*¹⁾.

Под влиянием паразита листья укорачиваются, округляются, скучиваются, и, что самое главное, принимают лепестковидную розовую окраску. Хлорофилл совершенно исчезает. «Издали такие побеги, — говорит Кернер, — кажутся махровыми красными цветами, выделяющимися среди темной зелени здоровых кустов брусники». Очень близкий грибок поражает родственную бруснике клюкву. Соответствующие места листьев последней приобретают настолько ярко-красную окраску, что невольно принимаешь их за спелые плоды. Третий вид *Exobasidium* вызывает огненно-красное окрашивание

пораженных побегов голубики *Vaccinium uliginosum*. Вообще фиолетовая, фиолетово-красная, розовая окраска с различной интенсивностью развивается на всяких частях растения под влиянием всевозможных паразитов. Она зависит от появления того же самого пигмента (антоциана), который окрашивает и лепестки в цветах.

С другой стороны, места на листьях, пораженные грибами, весьма обычно имеют различных оттенков желтый цвет. Так напр., листья рябины в конце лета очень часто покрываются огненными, оранжево-красными пятнышками, на которых присутствие гриба — ржавчинника (*Gymnosporangium juniperinum*) заметно уж на глаз вследствие особых разражений. Грибок *Tarphina aurea* — тафрина золотистая — вызывает образование золотисто-желтых вздутий на листьях осокоря (*Populus nigra*). Золотисто-желтые же желваки образуются на стеблях и листьях

¹⁾ У микроскопических грибов русских названий обычно совсем не имеется.

крапивы под влиянием часто поражающего крапиву ржавчинного гриба (*Puccinia caricis*).

Листья повсюду распространенной в лесах сныти (*Aegopodium Podagraria*) сильно страдают от грибка плазмопары (*Plasmopara nivea*). Участки, пораженные этими последними, делаются более или менее отчетливо беловатыми. Еще резче белый цвет выступает под влиянием септории (*Septoria Aegopodii*). При сильных поражениях ею названное растение кажется густо обрызганным мелкими капельками извести.

Белый цвет здесь так же, как и в лепестках, является следствием исчезновения хлорофилла в ткани и отсутствия всякого другого пигмента, при наличии многочисленных межклетных пространств, наполненных воздухом. Причина его кроется в том же самом оптическом явлении светорассеяния, к которому сводится окраска снега, пуха, тумана и пр.

Красный, желтый и белый цвет в различных комбинациях и при применении маленьких технических секретов создают все кажущееся неисчерпаемым богатство красок растительного царства. Изменение реакции клеточного сока, как мы видели уже, имеет последствием превращение красной окраски в синюю. Наложение желтой краски на красную ведет к жгучим оранжевым тонам. Сгущение фиолетового дает почти черные оттенки.

Не подлежит сомнению, что гриб действует на пораженное растение какими-то химическими выделениями и что вместе с тем в распоряжении химической лаборатории грибов, бесспорно, имеются средства превращать зеленый лист в ярко-окрашенный лепесток. И если фактически при грибных поражениях эффект раскраски, конечно, не может конкурировать в большинстве случаев с цветами, то причина этого кроется лишь в неодинаковой степени важности ее в том и другом разе.

Метаморфоз облиственного побега в цветок, кроме окраски, связан с глубокими формопреобразующими процессами. При образовании цветка прежде всего происходит укорачивание междоузлий побега и тесное сгучивание листьев, при чем эти последние изменяются по форме. Вышеупомянутая «зеленая роза» могла бы служить прототипом цветка, первой ступенью его образования, если бы в действительности она не была уродливым отступлением вспять. И вот как раз на концах веточек различных и в время от времени встречаем чистейшие зеленые розочки: они состоят из придвинутых друг к другу вплотную листочков, резко отличающихся по форме и величине от остальных листьев. Мы можем назвать их с полным правом «искусственными» зелеными розами, так как появление их обязано не действию внутренних причин, как при настоящем цветке, а химическому искусству маленького комарика, получившего за это даже соответствующее научное название—*Cecidomyia rosaria*—цецидомия розочница. Если бы искусство названного насекомого

соединилось с искусством, напр., грибка брусники (*Echobasidium vaccinii*), то общими усилиями они могли бы в подражании розе не уступить цветочницам.

Известны случаи, в которых паразитические грибы словно конкурируют с экспериментаторами-зоологами с их превращением петухов в курицу и т. п. По Кернеру, «*Peconospora violacea* вызывает иногда в цветах короставника (*Knautia arvensis*) превращение тычинок в лепестки, так что цветы становятся махровыми». Еще интереснее эффект, связанный с некоторыми головневыми грибами. *Ustilago caricis* в мужских цветах осоки *Carex praecox* вызывает развитие завязи, а *Ustilago antherarum* вызывает развитие тычинок в женских цветах некоторых гвоздичных!

С другой стороны, благодаря паразитам, в цветах нередко наблюдается «позеленение», другими словами, они как бы парализуют внутренние процессы, ведущие к нормальному метаморфозу. Наиболее глубоким метаморфозом сопровождается образование пестика и затем плода.

Образование галлов. В высшей степени замечательно, что совершенно сходные морфологические явления у растений воспроизводятся без всякого отношения к цветам, в разнообразных раздражениях, вызываемых, главным образом, животными паразитами и носящих общее название галлов. Один из случаев подобных галлов известен, конечно, каждому; это—«орешки» на листьях дуба, которые по форме, консистенции и окраске было бы правильнее назвать «яблочками». Область галлов весьма обширна и представляет колоссальный интерес с точки зрения открываемых ею перспектив для экспериментальной морфологии. Ведь галлы вызываются какими-то раздражениями химического порядка, виновником которых являются яичко и личинка паразита. Но неужели того же самого не может достигнуть научное искусство человека?

Внешнее сходство галлов с плодами нередко так бросается в глаза, что Кернер, посвящающий галлам в своей «Жизни растений» большую интересную главу (единственную по данному вопросу в переводной русской литературе), считает даже возможным делить галлы на группы по сходству с соответствующими формами плодов—ягодой, костянкой и пр.

«Одинокий галл, говорит он, появляющийся на мужских цветах австрийского дуба (*Quercus austriaca*), благодаря влиянию галловой осы *Andricus Grossulariae*, имеет не только форму и величину смородины, но окрашен подобно ей в красный цвет и очень сочен, так что когда несколько таких галлов сидят на одном соцветии дуба, то с первого взгляда можно подумать, что на дуб случайно попали кисти смородины. Галлы на листьях красного бука, вызываемые комариком *Homomyia* (*Oligotrophus Fagi*), напротив, сильно смахивают на маленькую костянку, так как твердый слой напоминает косточку, а окру-

жающий его сочный клеточный слой—сочный околоплодник. Галлы, развивающиеся на завязи многих глубокоцветных, по форме также напоминают костянки. Насекомое откладывает свои яички в одну из четырех лопастей, развивающихся на дне цветка. Эта лопасть начинает вслед затем увеличиваться и через неделю получает вид гладкого желтовато-зеленого шара, который уже по внешнему виду напоминает незрелую черемуху. На разрезе видно, что и строение этого галла совершенно напоминает костянку сливы или вишни. Сочный наружный слой окружает плотную косточку и в полости этой косточки лежит вместо семени белая личинка галлового животного. Подобно плодам, эти галлы опадают уже в июле, перезимовывают на земле и только на следующий год выросшее животное прогрызает себе сквозь стенку галла отверстие для выхода».

Ярко-красные сочные галлы, напоминающие несколько мелкую бруснику, нередко можно видеть на листьях осины.

Не менее разнообразны и поучительны галлы, по своему строению, как будто нарочно, подражающие сухим плодам. Совершенно так же, как и эти последние, они могут раскрываться то простым расхождением сложенных вместе краев, то специальными отверстиями по предназначенным заранее разделительным тканям.

На черешках тополей образуется несколько видов галлов, в которых живут тли. Все они представляют собой вместилища, но стенки их развиваются неодинаково. На черешках пирамидальных тополей часто встречается оригинальный галл, получающийся вследствие того, что черешок в пораженном месте немного вздувается и делает несколько спиральных оборотов, окружающих паразита. Края оборотов так плотно смыкаются друг с другом, что образуется сплошная оболочка. Она раскрывается только осенью вследствие того, что края оборотов расходятся и появляется винтообразная щель. Очень сходное строение имеет коробочка орхидных. Она также спирально закручена и при созревании раскрывается более или менее изогнутыми трещинами. Тля, вызывающая этот галл, носит название *Pemphigus spirotheca*.

Другой галл на черешках тополей образуется путем разрастания ткани черешка вокруг паразита (*Pemphigus bursarius*), приводящего к полному подобию завязи. В полость ее ведет отверстие сверху. В более молодых галлах края его сомкнуты, а в «зрелых»—расходятся. Описываемый галл живейшим образом напоминает завязь и плод резеды, в которой, в отличие от других растений, листочки, слагающие пестик, на верхушке не вполне смыкаются.

Способ открывания сухих плодов часто обнаруживает тонкие подробности, от которых зависит разбрасывание семян. Так, напр., у видов колокольчика (*Campanula*) трехгра-

нистая коробочка открывается тремя хорошенькими клапанами на боках. При этом у одних видов колокольчика коробочка поникшая (напр. у колокольчика круглолистного—*C. rotundifolia*); в таких случаях место образования клапана находится вблизи основания коробочки, занимающего здесь высшее положение. У других видов (напр., колокольчик раскидистый—*C. patula*) коробочка стоит прямо; вместе с тем дырочки с клапанами появляются ближе к ее свободному концу. Смысл такого соотношения понятен: отверстия в коробочке появляются каждый раз подальше от обращенного книзу дна ее. Благодаря этому, семена не могут высыпаться сразу и нуждаются в более сильном толчке, чем обеспечивается разбрасывание их на более значительное расстояние.

Или другой пример. У мало заметного, но широко распространенного губоцветного шлемника (*Scutellaria* у нас обычно встречается по сырым местам *S. galericulata*) четыре плодика, как и у других представителей того же семейства, пользуются в качестве вместилища чашечкой. Эта последняя у названного растения после цветения смыкается по переднему краю и превращается в совершенно закрытое помещение. С наступлением зрелости плодов она вновь раскрывается, но совершенно не так, как было бы проще всего—через расхождение первоначальных краев входа. Они так и остаются сомнутыми, но по длине чашечки с двух сторон появляется по полоске легко разрывающейся ткани. Если чашечку при зрелых плодах слегка отдавить книзу, в особенности, пользуясь как точкой опоры, особым гребешком, разрастающимся на ее верхней стороне, то вышеупомянутые полоски ткани разрываются и чашечка распадается на две продольных половинки. Нижняя из них имеет вид лавочного лотка для муки и держится прочно на растении. Верхняя же образует прелестную миниатюрную крышечку, отваливающуюся при первом толчке. Плодики недолго лежат в лотке. Если последний отогнуть немного книзу и затем отпустить, то другая цветоножка выпрямляется, как пружинка, и с силой подбрасывает на некоторое расстояние гладкие орешки. А это только и требовалось.

Подобная же сложная выработка особых тканей, обеспечивающих освобождение выросших насекомых, наблюдается нередко в поразительной форме и в галлах.

Один из самых замечательных примеров таких приспособлений представляет маленький галл, образующийся на листьях разводимой нередко в садах крупнолистной липы (*Tilia grandifolia*). Бессознательным архитектором этого поистине вызывающего изумление крохотного жилья является комарик *Hormomyia Reaumuriana*. Мы опишем его словами Кернера.

Вокруг отложенного комариком яйца на листе названного дерева образуется нарост, который сначала имеет вид плоской

чечевицы, внедренной в зеленую ткань листовой пластинки; постепенно это образование увеличивается в объеме и выступает на верхней стороне листа в виде тупого конуса, на нижней — в виде полукруглой бородавки. В полости галла скрывается личинка комарика. В июле вершина конусовидной части изменяет окраску, становится желтой и бурой, и тогда делается заметной борозда, окружающая конус. Если к этому времени разрезать галл вдоль, то заметишь, что окружающая полость ткань распалась на два слоя — наружный, постепенно переходящий в зеленую, неизмененную ткань листа, стал валом, окружающим внутреннюю, изменившуюся ткань листа до высоты упомянутой круговой линии. Вся ткань распалась на «наружный» и «внутренний» галл, при чем последний сидит в первом, как яйцо в вюмке. Поздним летом внутренний галл вполне отделяется от наружного и буквально выталкивается из него. Это происходит таким образом, что ткань наружного галла сильно набухает и давит на несколько суженный к основанию и напоминающий пробку внутренний галл. Выдавленный внутренний галл падает на землю под липу и получает темно-бурю окраску; наружный же галл, теперь остающийся на листе без дальнейшего значения, имеет вид крохотного кратера, дно которого мало-по-малу, вследствие сморщивания ткани, превращается в сквозную дырочку в пластинке листа.

Но проследим за дальнейшей судьбой выпавшего галла. Он на тупом конусовидном конце гладок, на противоположном же несколько изборожден и напоминает до некоторой степени плод сложноцветного. Личинка комарика, оставившая питавшее ее растение вместе с галлом, внутри него в продолжение еще некоторого времени питается сочными клетками, выстилающими стенку полости, в которой она живет. Она остается в ней в продолжение всей зимы и окукливается только на следующую весну. Перед превращением в куколку личинка проедает кольцевую бороздку под конусовидною вершиною галла и затем, когда куколка хочет выходить, ей стоит только нажать на вершинку галла, и по всей длине борозды ткань разделяется, конусовидная вершинка откидывается и таким образом получается просторный выход.

Нельзя обойти молчанием другой не менее замечательный галл, вызываемый на листьях австрийского дуба (*Quercus austriaca*) опять-таки комариком (*Cecidomyia Cerris*). Вообще комарики оказываются большими мастерами этого дела. Описываемый галл представляет плотное округлое образование, выступающее на верхней стороне листа маленьким заостренным конусом, а на нижней имеющее вид диска, усаженного густо волосками. Осенью края этого диска отделяются от окружающей ткани с такой резкостью, словно кто провел круговую линию острым ножом. Таким образом диск превращается в мохнатую снаружи пробочку, закрывающую снизу полость галла.

В дальнейшем эта пробочка выпадает, а вместе с тем выпадает и личинка. Она зарывается в землю и здесь окукливается.

Можно подозревать, что некоторые особенности галлов имеют такое же назначение, как и разнообразные приспособления плодов: служить задачам расселения, в данном случае, конечно, не семян, а скрытых в галле насекомых. Так, напр., на неисчерпаемом источнике галлов дубе нередко (по крайней мере в окрестностях Петровского-Разумовского) приходится видеть крайне изящные галлики, обязанные своим происхождением перепончатокрылому *Neuroterus lenticularis*. Они имеют вид миниатюрных, почти плоских кружочков то светло-зеленых, то фиолетово-красных, плотно прижатых к поверхности листа. С тканью последних их связывает тонкая, но достаточно прочная ножка. Однако, осенью в этой ножке что-то происходит, вследствие чего она очень легко перерывается, и галлы постепенно счищаются с листа и обваливаются. Форма описываемых галлов такова, что ветер, бесспорно, может их также подхватывать и уносить, как аналогичные сплюснутые плоды, напр., вяза.

Интересно было бы понаблюдать, не поедаются ли птицами наиболее ягодообразные ярко окрашенные галлы и не имеет ли сходство последних с сочными плодами более глубокий смысл, чем простое совпадение.

Конечно, не исключена возможность и совпадения. Так, на листьях розы с давних времен известны под именем «бедугуара» причудливые галлы, покрытые целым густым лесом длинных ветвистых выростов. Эти косматые шарики, достигающие величины грецкого ореха и больше, поразили народное воображение; им приписывали волшебное свойство навевать сны, какие задумаешь, стоит только положить бедугуар под подушку.

Как ни своеобразна форма описываемого галла, она имеет очень близкий оригинал среди плодов. А именно такие же странные образования, напоминающие «голову медузы», свойственны туркестанским кустарникам из гречишных джугунам (*Calligonum*). Там, повидимому, ветвистые придатки, покрывающие плоды, помогают расселению их ветром. Но «бедугуар» крепко сидит на растении, и ветер для него не имеет значения. Быть может, настоящая кустарниковая чаша, сообщающая бедугуару его странный вид, играет роль живой изгороди, ограждающей от врагов скрытых в середине галла жирных личинок. Кернер указывает несколько галлов, у которых имеются приспособления для подобной защиты.

Так, напр., галл, вызываемый на дубе осой-орехотворкой *Cynips polycera*, снабжен 3—5 торчащими твердыми острыми зубцами, которые можно рассматривать, как метаморфозированные листья. Другой галл, также развивающийся из почек дуба (под влиянием *Cynips Hartigii*), покрыт с поверхности

гвоздевидными или палицеобразными отрогами. Утолщенные угловатые концы этих последних тесно смыкаются вместе и образуют добавочный наружный покров. Третья орехотворка *Cynips lucida* вызывает образование галлов, густо покрытых тонкими отростками с очень клейкими концами.

Прав или нет Кернер, склонный к увлечениям в истолковании различных приспособлений, во всяком случае подобные образования вносят большое разнообразие во внешнюю форму галлов.

Мы уже видели, что в галлах, как и в плодах, наблюдается сложное расчленение тканей. В них прежде всего всегда образуется защитный слой, состоящий из утолщенных клеток. Он может лежать у самой поверхности или же на глубине, как это наблюдается и у различных типов плодов. Далее, в каждом галле имеется особая питательная ткань, устроенная различно, богатая запасными питательными веществами (крахмалом и белками) и служащая источником пищи для личинок. Она может в некоторых случаях по мере потребления возобновляться, как трава на хорошем выгоне. Известны галлы, у которых внутри содержится грибница, распространяемая самими насекомыми. Запасная питательная ткань иногда сама разделяется на несколько слоев. Так, напр., в вышеописанных дискообразных галлах *Neuroterus lenticularis* крахмал и белки отлагаются в двух различных слоях клеток.

Если принять во внимание, что в галле могут находиться особые тканевые приспособления для их раскрытия в «зрелом» состоянии или для временного закрытия выходного канала, то мы составим себе некоторое представление о разнообразии морфологических процессов, вызываемых к жизни галлообразователями.

Вместе с тем, если галлы так сходны с плодами, то это вполне понятно, так как в биологическом смысле они и являются таковыми. Ведь и тут и там конечной целью этих образований является обеспечение существования и первых шагов развития зародыша нового организма. Разница лишь та, что в одном случае предметом забот служит собственно детище растения, а в другом—подкидыш, да еще подкидыш из животного царства.

Нас в данном случае не интересует сам по себе животрепещущий вопрос, каким образом произошло, что растение стало кормильцем совершенно посторонних организмов. Тут как будто нет и намека на какое-нибудь обоюдное сожительство. Все эти тли, комарики, орехотворки держат себя, по существу, как форменные паразиты. До судьбы растения им нет никакого дела. Но с ловкостью артистических вскрывателей несгораемых ящиков они вводят в организм растения какое-то вещество и получают эффект, положительно затмевающий

пока что, успехи зоологов-экспериментаторов (а о ботаниках и говорить не приходится).

Прежде всего, какая поразительная тонкость техники! Мы удивляемся какому-нибудь хирургу-специалисту, который ощупью умеет найти скрытое где-нибудь в глубине отверстие и ввести в него катетер или другой инструмент. Что же можно сказать о крохотном насекомом, которое, обладая микроскопически тонкой иглой, попадает точно в микроскопически малый участок ткани! Оса, вызывающая образование бедегуара (*Rhodites Rosae*), должна ввести яичко под кожу листа в то время, когда он находится в состоянии едва наметившейся почки. При этом она обыкновенно накалывает почку в трех симметрично расположенных точках, соответственно зачаткам трех листьев. В удачных случаях подобная изумительная по своей тонкости операция ведет к образованию одного большого галла из всех почечных листьев, листья же совсем не развиваются. Но нет ничего удивительного, что бывают и промахи; тогда развитие бедегуара имеет более ограниченный характер в виде мохнатого бугорка на поверхности листа.

Но искусство творцов бедегуаров совершенно бледнеет перед некоторыми их родичами (из рода *Andricus*, *Neuroterus*), которые ухитряются отложить свои яички, напр., в нитевидной оси тычинкового соцветия дуба, или даже в цветоложе отдельного тычинкового цветка или, наконец, что нужно считать совершенно неподражаемым апофеозом техники, в отдельное гнездо пыльника! Нужно видеть размеры взрослого цветка дуба, чтобы оценить все трудности, с которыми должна быть связана операция, производимая насекомыми в подобных случаях.

Что же вызывает в растении цепь образовательных процессов, ведущих к развитию галлов? В этом отношении у исследователей, работавших над этим вопросом, повидимому, нет особенных разногласий в том, что здесь перед нами следствия специфического химического раздражения. Мнения расходятся только в том, где нужно искать источник раздражения, в выделениях ли насекомого, сопровождающих кладку яичек, или в самих яичках, или, наконец, в выделениях личинки. Для нас решение этого вопроса безразлично. Важен только тот бесспорный, повидимому, факт, что процессы, сопровождающие галлообразование, вызываются химическим фактором, а вместе с тем абсолютно нет никаких оснований искать какую-либо другую причину и в развитии плодов.

Знакомство с галлами лишь обнажает всю глубину нашего незнания в области веществ и связанных с ними свойств организма. Как пока современное состояние науки бесконечно далеко от обладания теми химическими секретами, которыми сама природа наделила всяких орехотворок! Достаточно сказать, что на обыкновенном дубе (*Quercus pedunculata*) и ближайших

к нему видам известно почти 200 форм галлов, вызываемых различными насекомыми! Все эти галловые плоды чем-нибудь отличаются друг от друга, представляют чрезвычайное разнообразие формы, внутреннего строения, размеров, окраски, места образования. Перед нами проходит словно богатейшая выставка произведений какого-то естественного института экспериментальной биологии.

Каждое из этих насекомых—орехотворок, очевидно, выделяет какое-то совершенно определенное вещество, притом в неуловимых количествах, или, лучше сказать, несколько веществ, так как едва ли один и тот же химический раздражитель может вызвать и сложное расчленение тканей, и определенный рост всего галла, и его окраску и т. д. С другой стороны, галлы показывают, сколько неиспользованных возможностей таится в клетках каждого организма и насколько в нормальном развитии каждого из живых существ остается неиспользованных, но вполне возможных химических превращений.

Ведь совершенно очевидно, что если нормальный плод дуба—сухой орехообразный жолудь, то он мог бы быть и ягодой или костянкой. Если бы возможность этого не продемонстрировал какой-нибудь проворный *Andricus*, то мы этого, конечно, и не подозревали бы. Если цветы дуба мелки и невзрачны, то это вовсе не значит, что дуб вообще лишен способностей, необходимых для образования более приличных цветов. «Кнопперный» галл, вызываемый *Andricus fecundator*, в сущности говоря, представляет собой довольно крупный махровый цветок с яйцевидным галлом в середине вместо пестика. Ему недостает только ярких красок. Но в недрах клеточной лаборатории дуба производство красок просто находится в загоне, однако, вполне возможно. На разных галлах мы уже видели красные цвета весьма разнообразных оттенков, от розового до сочно-красного и фиолетового. С другой стороны, среди наиболее обычных шаровидных галлов, обременяющих так часто листья дуба, более редко можно видеть меньшей величины пестрый галл *Diplolepis longiventris*, поверхность которого разукрашена желтыми и красными неправильными полосками. А небольшой цилиндрически-конусовидный галл, вызываемый *Andricus albopunctatus*, имеет зеленую или красную окраску с белыми полосками. Уже отсюда можно видеть, что выбор красок у дуба отнюдь не так беден.

А сколько всяких возможностей вскрывают попутно галлообразователи у дуба в разных подробностях! Какие только, напр., волоски не встречаются на галлах! При этом наблюдаются в высокой степени интересные факты. Напр., на упоминавшихся уже галлах *Neuroterus lenticularis*, встречающихся на обыкновенном дубе, волоски сидят звездчатыми пучками и состоят из толстостенных клеток с бурым содержанием. Такого

рода волоски на нашем дубе нормально не попадают, хотя и встречаются у других видов дуба. Оса-орехотворка таким образом заставила проявиться у дуба скрытую черту, общую с его родичами. На сходных галлах *Neuroterus numismalis* развиваются волоски, совсем нормально не известные у дубов.

Поверхность галлов может быть то голой и гладкой, то голой с восковым налетом, то покрытой самыми разнообразными волосками: отстоящими, прижатыми, шелковистыми и пр. и пр.
