

А. М. Г Р О Д З И Н С К И Й



**ВИТАМИНЫ
В ВОЗДУХЕ**

**ПАМЯТЬ
РАСТЕНИЙ**



**ГРИБЫ
РВУТ
АСФАЛЬТ**

**ВЕДЬМИНА
МЕТЛА**



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ ЛИТЕРАТУРА

А. М. ГРОДЗИНСКИЙ

В и т а м и н ы
в в о з д у х е

•

П а м я т ь
р а с т е н и й

•

Г р и б ы
р в у т
а с ф а л ь т

•

В е д ь м и н а
м е т л а

КИЕВ — 1966



НАУКОВА
ДУМКА

Автор ведет читателя на покрытые серебристыми майскими росами луга, идет с ним погожим июльским утром созревающими полями, любуется волшебными красками осени, ищет жизнь под снегом; заглядывают они и в тайны клетки, и в глубины веков, и в туманную даль будущего.

Однако эта книга не только интересна, но и поучительна. В ней читатель найдет сведения о новейших научных достижениях, о новом толковании давно известных фактов и явлений, о содружестве науки и сельскохозяйственного производства, о полезных и вредных растениях. Лектор черпнет из нее иллюстративный материал для своей лекции, юный мичуринец — советы о том, какие опыты следует провести на пришкольном участке.

Эта книга раскрывает перед читателем многие тайны растений, помогает ему учиться читать самую книгу природы, прививает любовь к ней.

Мы непозволительно мало знаем о родной природе — о траве, которую топчем, о деревьях, по которым безразлично скользим привычным взглядом, о воздухе, почве, ветре, дожде, пыли, о домашних и диких животных, о мире невидимых простым глазом существ.

Многое понять и во многом разобраться человеку помогает обычно книга. Но я за то, чтобы человек учился читать книгу природы. Тогда каждый — пусть даже только для себя — станет настоящим исследователем. Ведь и сегодня, когда происходит бурное развитие техники, создаются необыкновенно сложные и точные приборы, чудодейственные реактивы, изотопы, мощные электронные микроскопы, можно, однако, делать открытия, пользуясь простейшими приспособлениями и приборами или даже совсем без них. Дело в том, что главным инструментом познания природы является человеческий мозг. Различные приборы и оборудование только облегчают его труд.

Был такой случай: однажды аспиранты, придя к известному физiku, выразили желание работать на наиболее сложных приборах. В ответ ученый сказал им: «Тот не физик, кто и в современных условиях при помощи корыта с водой, спичек и бечевки не поставит такой эксперимент, которого до него никто не проводил».

Я за новейшие методы и аппаратуру и в то же время — против пренебрежения, с которым кое-кто относится к экспериментаторам, работающим простыми ме-

тодами в лабораториях, не оборудованных новейшими приборами.

Главное не форма, а содержание. Важно, чтобы всегда была ключом, пульсировала творческая мысль, чтобы не было равнодушия, ленивого самодовольства, пренебрежения наилучшим даром природы — способностью человека мыслить.

Я глубоко убежден в том, что наша родная природа была, есть и будет неиссякаемым источником чудесных открытий, широким полем творческих поисков, ареной поединка человеческого разума с таинственными силами, законспирированными длительным ходом эволюционного развития.

В этой книге собраны краткие очерки, которые в течение последних нескольких лет публиковались в газете «Колхозное село» под рубрикой «Среди природы», а примерно половина очерков написана специально для настоящего сборника.

В них рассказывается о работе автора и его коллег — физиологов растений, а также о том, что удалось прочитать в книгах и журналах, мало известных широкому кругу любителей природы.

Автор не ставил перед собой цель дать в этом сборнике более или менее полное изложение физиологии растений. Задача его значительно скромнее — рассказать о некоторых любопытных фактах и пробудить интерес у читателя, особенно молодого, к наблюдениям за живой природой.

Автор выражает искреннюю благодарность М. В. Ковбе, Л. К. Полещук и Г. С. Гродзинской за ряд ценных советов и М. А. Волыну за помощь в оформлении книги.

Жизнь и тепло

Все мы радуемся приходу весны. Надоедают снег, морозы, ледяной ветер. Но вот наступили теплые весенние дни — и все вокруг изменилось. Какие чудесные превращения наблюдаем мы в пробуждающейся природе! Деревья, стоявшие всю зиму почерневшими, обнаженными, просто на глазах покрылись зеленым нарядом, а густая щетка всходов на полях и лугах так и тянется из-под земли к солнцу.

И воздух изменился как будто — стал чище, прозрачнее, наполнился слегка пьянящим ароматом. Легче дышится и хочется оглянуться вокруг, полюбоваться чудесной нашей природой, охватить взглядом и понять все — парящую землю, голубой простор неба, прудов, нагромождения белых облаков, неторопливо плывущих над родной землей, травинку, пробивающуюся из-под прелых прошлогодних листьев. Ожили и животные, и насекомые, и травы. Послушать только, как поют птицы во дворе или в лесу! Сколько в этом пробуждении, вызванном весной, необыкновенной красоты, очарования, великого смысла жизни!

Какая же сила пробудила весной все живое и вызвала буйный, веселый танец природы? Прежде всего — весеннее тепло. Это оно растопило снег и лед, размягчило окоченевшую землю, согрело почки на деревьях, заставило двигаться живые существа, оцепеневшие на время зимней спячки. Тепло имеет огромное

значение для жизни на земле. Вообще так называемые температурные границы жизни довольно широки. Мы знаем, например, что споры микроорганизмов, семена растений и даже побеги деревьев и некоторые простые животные способны выдерживать без вреда космический холод — температуру жидкого водорода или гелия. При быстром замораживании ткани, насыщенные водой, становятся подобными стеклу — наступает так называемая витрификация (от латинского слова *витрум* — стекло; вспомните, к примеру, слова витрина, витраж). При этом вода не просто замерзает, а превращается в аморфное тело. В таком витрифицированном состоянии живые организмы могут существовать неограниченное время. Они становятся как бы мертвыми: в них прекращается обмен веществ со средой. Однако если быстро растопить стекловидную воду, они снова «встают в строй», оживают.

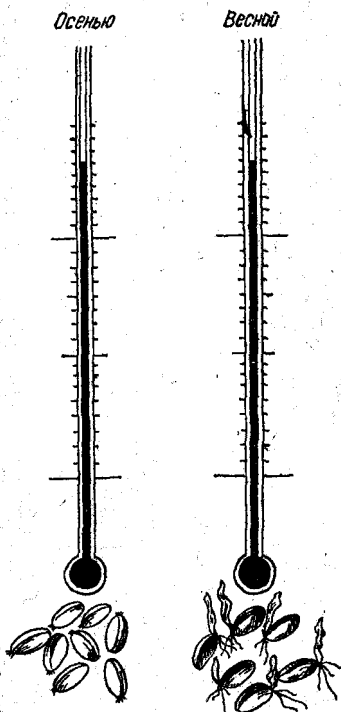
Жизнь способна побеждать и очень высокие температуры. Споры некоторых грибов и бактерий прорастают даже после прожаривания их при температуре 140°C в течение нескольких часов.

Однако все это только возможности некоторых живых организмов переносить крайние температуры. Сама же жизнь, успешный рост и развитие всех процессов жизнедеятельности происходят только в довольно узком интервале температур. Наиболее благоприятной для растений является температура от 15 до 30°C . И лишь высокогорные растения или водоросли, приспособившиеся к жизни в холодной воде, лучше развиваются при низких температурах, а так называемым термофильным организмам, например бактериям, разлагающим навоз, или водорослям горячих вулканических источников нужна температура до 50 — 70°C .

При температурах выше 15—30° С начинает разрушаться белок, а при низких положительных температурах становятся слишком слабыми биохимические процессы.

Почти все биохимические реакции, которые происходят в живом организме, зависят от определенного соотношения температур, получившего название температурного коэффициента, или закона Вант-Гоффа (в честь ученого, который его открыл). Смысл этого закона состоит в том, что с повышением температуры на каждые 10° С скорость химических реакций в организме возрастает в 2—2,5 раза. (Для живых существ этот закон имеет силу только в определенных границах). Вот почему наши растения как бы спят в течение всей долгой зимы, а с наступлением тепла буйно пускаются в рост.

Разумеется, такое объяснение будет неполным, если не рассказать о целом ряде других обстоятельств, влияющих на развитие организмов. Осенью тоже бывает тепло, однако ни роста, ни развития растений, какие мы видим весной, тогда не происхо-



При одинаковой температуре весной семена прорастают быстрее, чем осенью.

дит (за исключением озимых, которые приспособились к условиям осени).

Такое явление вызывается чрезвычайно предусмотрительной целенаправленной приспособляемостью растений к условиям жизни. Вот почему осенью тепло не так воспринимается живыми организмами, как весной. Осенью растениям вредно расти, развивать пышную крону, пускать новые нежные побеги и корни, потому что все это погибнет от мороза. А вот когда наступает весна, растение не может ждать. Ведь у него множество соседей, среди которых есть многочисленные конкуренты и даже враги. Здесь уж не теряй время зря, торопись! Расти быстрее, скорее пускай корни, разворачивай листья, захватывай место, чтобы полнее использовать свет, тепло, воду, питание, пока всем этим еще не завладели алчные соседи.

Биологические законы в теплую осеннюю погоду действуют как бы в противовес физическим, а весной сообща с ними. В совместном действии этих двух законов и заключается причина того удивительного, бурного, неудержимого потока жизни, который возникает с наступлением первых весенних дней.

Весна и космос

Каким же образом растение узнает о наступлении весны?

Ученые провели следующий опыт: в так называемой факторостатной камере, в которой в течение всего года поддерживались постоянные температура, влажность, состав и давление воздуха, искусственное освещение и пр., проращивали овес. Оказалось, что лучше всего он

прорастает весной и хуже — осенью. Опыт повторяли много раз в различных странах и не только с овсом, но и с другими растениями. Но как ни старались ученые уравновесить условия внутри камер, весной жизнедеятельность каждого организма оказывалась более интенсивной. Подобные опыты ставились и на животных: причем в условиях, когда всю свою жизнь они проводили в камерах, не видя дневного света. Оказалось, что и у них весной усиливалась жизнедеятельность.

Откуда же сухие семена, высаженные в герметической камере, могут «знать», что где-то там, за толстыми непрозрачными стенами, бурлит весна?

Дело в том, что растениям и животным свойственны так называемые эндогенные, то есть внутренние, ритмы развития и жизнедеятельности. Выселили как-то за Полярным кругом различные южные растения и круглосуточно измеряли у них фотосинтез. И хотя там в это время года солнце не заходило за горизонт, растения прекращали фотосинтез в часы, когда на их далекой родине была ночь. Местные же растения фотосинтезировали непрерывно. Этим, между прочим, и объясняется, почему в тундре за короткое полярное лето успевает развиваться буйная травянистая растительность.

Или вот еще пример. Экспериментаторы срезали у



Прибор для измерения корневого давления. К «пеньку» срезанного растения при помощи резиновой трубки подсоединяется манометр.

подсолнуха стебель на уровне земли и наблюдали, как корни подают наверх воду. Оказалось, что, находясь в темноте, в почве, при постоянной температуре и влажности, ночью они воду не подавали. Это продолжалось около двух недель — до тех пор, пока корни не начали отмирать, потому что они перестали получать питание от листьев.

Это примеры суточных ритмов. Они имеются у животных и у людей. Например, в течение суток изменяется давление крови. Различными способами можно немного замедлить или ускорить суточные ритмы жизни, но совсем избавиться от них нельзя.

Даже в наиболее благоприятных условиях периодически случаются некоторые отклонения ритмов от нормы. Растение эти отклонения «запоминает», и они служат причиной появления нового ритма. Приведем такой пример. Однажды растения выращивали в автоматической факторостатной камере, то есть без какого-либо вмешательства человека. И все же через несколько дней у них обнаружилась ритмичность, о чем свидетельствовало появление пиков на ленте самописцев. Причиной этого было то, что автоматические приборы, которые по мере надобности проводили орошение, случайно несколько дней подряд включались точно в полдень. Этого, оказывается, было вполне достаточно для того, чтобы растения в течение почти трех недель точно в полдень усиливали процессы фотосинтеза, хотя орошения перенесли на другое время.

Есть ритмы в несколько дней, месячные, сезонные. Наиболее важны годовые ритмы. Проявляются они в весеннем пробуждении всего живого. В отличие от обычных циклов развития, которые полностью зависят от годового изменения климата, этот ритм — эндогенный,

то есть он создается внутренними качествами организма. При исследовании ритмичности возникает впечатление, будто где-то в растении или животном спрятаны часы, которые очень точно отсчитывают время. Кажется, что они не реагируют на внешние условия и действуют независимо от них. Однако «биологические часы», безусловно, «заводятся» от каких-то внешних причин. Внешних сигналов времени для растений существует множество — продолжительность дня и ночи, определенные колебания температуры, влажности и т. д.

Интересно, что одним из важных факторов, приводящих эндогенный ритм в действие, является космическое излучение. Оказалось, что в факторостатной камере, построенной под землей на глубине не менее двадцати метров, некоторые эндогенные ритмы сбиваются с нормального хода. Ученые установили, что при этом корпускулярное излучение солнца не достигает объектов исследования и последние теряют ориентацию во времени.

Следовательно, в живых организмах есть «биологические часы», которые регламентируют их жизнь. Эти «часы» — результат многовекового развития. Организмы, «умевшие» распознавать время года, развивались лучше и поэтому выжили, а те, у которых эти «часы» не действовали, погибли. Для того чтобы «биологические часы» работали четко, необходимы многие усло-



Гутаия у степных растений.

вия. Пусть в сентябре достаточно тепла, воды, кислорода, питательных веществ, света,— кажется, есть все необходимое для жизни,— но «часы» будут молчать: они не получили еще определенных сигналов из космоса. И не слышно будет воркования голубей, не зацветут яркие весенние цветы, не станет осень весной!

Миллионы лет мастерила природа свои часы и хитро спрятала от людей их колесики и пружинки, но придет время — и человек разгадает ее тайны. Тогда на земле восторжествует вечная весна. Все месяцы будут подобны маю, и различать их придется только по календарю.

Майские росы

Когда прохладным майским утром выйдешь в степь и посмотришь навстречу солнцу, встающему над горизонтом, взору откроется необыкновенная по красоте, чарующая картина. Травы, всходы — все впереди — как будто усыпано хрусталем, искрится, сверкает и переливается всеми цветами радуги. Роса! Миллионы капель, чистых и прозрачных, как слеза, покрыли растения, свисают с листьев, со стеблей, весело играют красками в лучах солнца.

Роса образуется из частичек тумана, когда перед восходом солнца становится прохладнее и водяные пары начинают конденсироваться. Почва, трава, камни покрываются легким сизым налетом. Но это не та роса, которую мы обыкновенно видим в степи!

Наклонимся ниже, присмотримся, попробуем разобраться, в чем здесь дело. Вот поднялась небольшая острая былинка, а на самом кончике ее — капелька.

Дальше — еще и еще. Удивительно, почему все капельки появились именно на острых кончиках листьев? Посмотрим на какой-нибудь широкий лист, допустим, лопуха — у него капельки примостились в уголках. У одуванчика, жасмина, розы — то же самое. Что же это? Роса не может так конденсироваться; она более или менее равномерно покрывает все предметы, а на острых зубцах листьев вообще не удерживается.

На самом деле, капельки, которые мы видим утром на растениях, — вовсе не роса. Весной, когда жизненные процессы происходят наиболее бурно, корни иногда всасывают из почвы больше воды, чем листья успевают испарять. Особенно ночью, когда воздух становится влажным и испарение из листьев прекращается. В это время излишек воды удаляется из растений через специальные отверстия, находящиеся на зубчиках или острых окончаниях листьев. Эти отверстия, так называемые гидатоды, действуют как железы, которые выпускают из организма наружу лишнюю воду. Вода, выделяясь через гидатоды, образует каплю, которая часто стекает вниз. Называется это явление гутацией (от латинского гутта — капля).

Гутация — довольно распространенное в природе явление. Ее можно наблюдать, например, у комнатного растения арума. Это растение «плачет» перед дождем. Объяснение простое: перед дождем влажность воздуха повышается, из-за чего испарение из листьев уменьшается, а излишняя вода выдавливается наружу через гидатоды. Выделяют воду через листья не только степные или луговые травы, но и пшеница, рожь, ячмень, кукуруза, помидоры, огурцы и многие другие растения. Даже деревья способны иногда к гутации, кроме хвойных — сосны, ели, у которых слишком слабое корневое

давление. Иногда гутация бывает очень обильной. Загляните утром под куст бурьяна петушье просо, или ежевник. Земля под ним мокра от гутации, словно ее кто-то хорошо полил. А как обильно гутуют хвощ полевой или звездчатка средняя! С первыми лучами солнца капли начинают высыхать и в конце концов исчезают. Может быть, это обстоятельство и вызвало у людей представление, что гутация в природе проявляется очень редко. Мне с В. В. Осичнюком удалось наблюдать ее много раз. Мы даже установили закономерность: на юге Украины, где климат более засушливый, гутацию можно наблюдать примерно у 30 процентов видов растений, которые там встречаются. а на севере — более чем у 80 процентов.

Вряд ли гутацию следует рассматривать как следствие несогласованности между деятельностью корней и листьев (так считают, например, некоторые немецкие ученые — физиологи растений). Дело в том, что в растении, точно так же как и в организме животного, должен существовать постоянный круговорот веществ между отдельными органами и клетками. Особенно важна связь между корнями и листьями. Для этого круговорота необходимо восходящее движение воды. Дойдя до листьев, она должна либо испаряться, либо изливаться наружу, потому что нисходящего движения воды в растениях почти нет. Вот почему растениям необходима гутация.

Некоторые мхи приспособили гутацию для полового размножения. У мхоподобных, как известно, в мужских половых органах — антеридиях образуются сперматозоиды, которые в капле дождя или росы двигаются к женскому архегонию, где оплодотворяют яйцеклетку. Некоторые виды мхов не ожидают, пока капля упа-

Дет в нужное место, а создают ее сами при помощи гутации.

Интересно, что вода, которую выделяют растения, нечистая. Растения используют ее выделение, чтобы таким путем избавиться от ненужных веществ. Один литр гутационной воды может содержать до 2500 мг сухого вещества. В ней растворены различные соли и особенно много глютаминовой кислоты, а также других органических веществ. Высыхая под лучами солнца, капли оставляют на листьях осадок, который может обжигать их, образуя бурые пятна и отверстия.

А вредна ли гутация для человека, животных и других, соседних растений? Это пока неизвестно. Мы не знаем еще всех причин, которые вызывают ее, и не можем практически использовать это явление.

Витамины в воздухе

Чудодейственно влияет на человека свежий воздух больших просторов, покрытых растительностью, — быстрее обращается кровь в теле, румянятся щеки, более вкусной кажется пища, исчезает усталость, приходит здоровый спокойный сон.

Химические анализы воздуха свидетельствуют, что количество кислорода в лесу, поле и накуренной комнате практически одинаково, где-то около 21 процента. Следовательно, не кислородное голодание утомляет человека в душных цехах и мастерских, в затхлом воздухе библиотек и книгохранилищ, в лабораториях, на многочасных собраниях. В воздухе, который состоит в основном из азота (79 процентов), кислорода (21 процент) и небольшого количества водяного пара и углекислоты,

постоянно содержатся незначительные примеси различных летучих веществ или пыли. Эти вещества попадают в легкие, поступают в кровь, усваиваются организмом и в зависимости от присущих им особенностей причиняют вред или приносят пользу.

В лесу и в поле воздух чистый, насыщен запахами цветов, ароматом набухших почек, хвои, листьев, а осенью он наполнен запахами созревающей травы или прелых опавших листьев. Зеленые листья растений выделяют в воздух массу летучих веществ — водород, метан, этан и этилен, бутан и бутилен, пропан, ряд альдегидов, спиртов, так называемых эфирных масел и другие газообразные соединения. Выделение происходит в основном только при дневном освещении, особенно в сухую, ясную погоду. Цветы имеют специальные железы, выделяющие ароматические вещества, которые привлекают насекомых-опылителей. Созревающие плоды также выделяют определенные летучие соединения. Имеют свой запах и свежая влажная земля, и ил на дне пруда или реки. Везде, где есть жизнь, то ли растительная, то ли бактериальная, в воздух выделяются разнообразные соединения. Иногда эти запахи нам приятны, иногда вызывают отвращение. Следовательно, они не безразличны в физиологическом отношении.

Летучих веществ в атмосфере как будто и немного — несколько тысячных долей грамма на килограмм воздуха. Но в целом, в масштабе всей земли, их количество огромно. Например, один гектар хвойного леса в жаркий летний день может испарять в воздух в течение часа до 30 кг эфирного масла. В целом растительность земного шара ежегодно выделяет в атмосферу только эфирных масел до 150 млн. т.

Большинству летучих веществ свойственна значи-

тельная биологическая активность. Такие газы, как этилен, пропилен, или эфирные масла в своих молекулах содержат так называемые ненасыщенные связи и поэтому активно присоединяют кислород или водород; другие соединения содержат активные кислотные или гидрокислотные группы и тоже легко вступают в химические реакции. Подобно тому как в воде молекулы полярных веществ расщепляются (диссоциируют) на положительные и отрицательные ионы, частички летучих соединений, находящихся в воздухе, также преимущественно являются ионами. Во время дыхания они поглощаются организмом и действуют как стимуляторы или активаторы жизненных процессов. Они ускоряют окислительно-восстановительные процессы, повышают продуктивность дыхания, улучшают весь обмен веществ. Поэтому академик Н. Г. Холодный предложил называть их воздушными витаминами, или атмовитаминами.

Если в воздухе недостаточно растительных летучих выделений, человек чувствует себя хуже, быстрее утомляется: у него ухудшается состояние здоровья, он может заболеть, например туберкулезом. Наоборот, излишек в воздухе летучих веществ вреден: они могут вызвать отравление, головные боли — вспомните, как вы чувствуете себя в комнате, где долгое время стоят букеты душистых цветов. Даже в этом летучие вещества подобны витаминам: как известно, избыток последних в организме также может вызвать заболевание.

На больших просторах, где свободно гуляет ветер концентрация атмовитаминов как раз такая, какая нужна человеку.



Лишайники:

а — пармелия, б — ксантория.

Чистый воздух

Наверное, не найти растения более стойкого, чем лишайник: свирепый мороз, безжалостная жара, ветер, дождь, снег, роса — все ему нипочем. А вот не любит лишайник загрязненного воздуха. Если вам нужно выбрать место для отдыха, ищите такое, где на деревьях, камнях, на земле растут серые и розовые кустики исландского мха, оранжевые пятячки золотушника, или ксантории, серовато-зеленые слоевища пармелии, длинные зеленовато-серые космы бородача.

Чем чище воздух, чем более девственна природа, тем разнообразнее лишайники, тем интенсивнее их рост.

И это не удивительно. Ведь лишайник не имеет корней. Почти все свое питание он получает из воздуха и только немного — из субстрата, на котором прирастил. Там, где в воздухе содержится большое количество ядовитой пыли, вредных солей и частичек, лишайники не растут, погибают и исчезают.

Сенная лихорадка

Стройный стебель костра содрогнулся от легкого дуновения ветра, с тонких свисающих пыльников слетело облачко желтой пыли. Рядом запылел мятлик, там — душистый колосок, ковыль, пырей. Миллиарды пылинок носятся в воздухе над лугами в середине июня во время цветения трав. Взлетают невидимые облачка пыли над полями, реками, над сосновыми борами и дубовыми рощами.

Пыльца покрывает землю, травы — проникает всюду. Она попадает человеку в легкие, оседает на слизистой оболочке. У чувствительных к этому людей возникает своеобразная болезнь — воспаляются кожа и сли-



Костер.

зистые покровы, повышается температура, на теле появляется сыпь — крапивница. Это так называемая сенная лихорадка. Очень часто вдыхание пыльцы вызывает бронхиальную астму — удушье. Оно возникает потому, что вследствие раздражения чувствительных нервных окончаний мышц, осуществляющих дыхание, сдавливаются бронхи.

Сенная лихорадка и астма вызываются пыльцой, которая содержит большое количество физиологически активных веществ — витаминов, ферментов, ростовых веществ и особенно белков и нуклеиновых кислот. У людей или животных инородный белок — аллерген, попадая в кровь, вызывает отравление, болезненную реакцию, получившую название аллергии. Иногда организм вырабатывает иммунитет против аллергии — привыкает, приспосабливается к чужому белку, в частности тому, который содержится в зернах пыльцы. Но нередко, наоборот, чувствительность постепенно возрастает. В этом случае даже незначительное количество попавшей в легкие пыльцы вызывает тяжелую лихорадку. Людей, подверженных этому, не так уж и много, но у них чувствительность настолько велика, что заболевание возникает даже в результате простого раздражения стенок бронхов и альвеол легких, еще до того, как белки пыльцы успевают попасть в кровь.

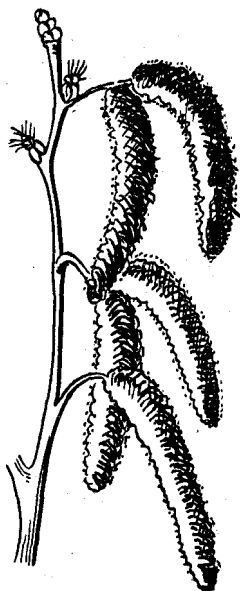
Известный советский ботаник Б. М. Козо-Полянский описывает такой случай. Как-то у него возникло «гриппозное состояние» — поднялась температура, появились кашель, насморк, воспалились слизистые покровы носа, горла, глаз. А когда вынесли из комнаты букет из веток лещины, увешанных сережками с пыльцой, «грипп» как рукой сняло.

Аллергия наступает также и под действием других

веществ, например, летучих паров листьев некоторых растений, запаха цветов, пыли, особенно той, что содержит белковые вещества, и т. п. Известно много случаев аллергии от запаха жасмина, роз, сирени, черемухи, липы, герани, лилии, гречихи, а также от пыльцы клена ясенелистного, ясеня, ржи, свеклы, луговых трав.

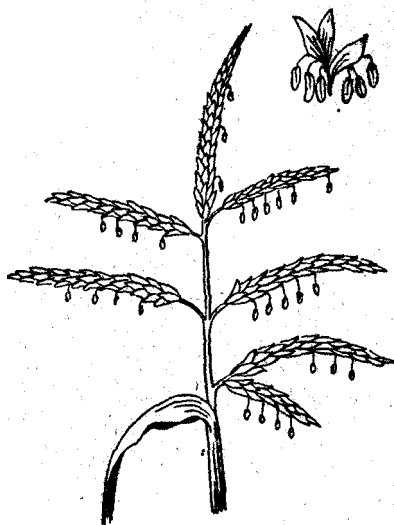
Сенная лихорадка и бронхиальная астма — довольно опасные болезни. Тем, чей организм очень чувствителен к пыльце или запаху цветов, лучше всего на время цветения растений защищать свои легкие от возбудителя или выехать из данной местности. Некоторым людям даже приходится менять профессию, чтобы уберечь себя от периодических заболеваний.

В тех районах, где распространен случайно завезенный из Америки сорняк амброзия полынолистная, население часто страдает от сенной лихорадки. Цветение кенафа в Средней Азии вызывает массовые заболевания людей конъюнктивитом — воспалением слизистой соединительной ткани глаз. Особенно распространены аллергические болезни в США и странах Центральной Америки. В США, например, от аллергии страдает почти 10 процентов населения. Только из-за астмы и сенной лихорадки здесь ежегодно теряется около 25 тыс. рабочих дней. В странах Европы аллергические болезни встречаются значительно реже.

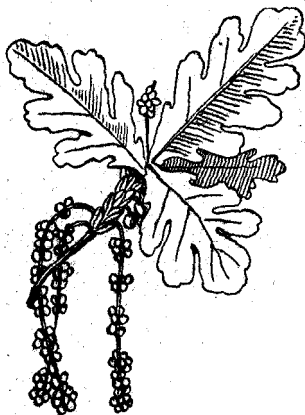


Цветы лещины.

Мужское соцветие
кукурузы.



Соцветия пшеницы и
ржи.



Цветы дуба.

Как видим, мельчайшая пыльца, которую даже нельзя увидеть простым глазом,— не такая уж безвредная вещь. Природа создает пыльцу в значительно большем количестве, чем необходимо для опыления цветов, и ее излишки могут причинять вред, вызывая страдания людей.

Память растений

Для тех, кто любит природу, даже обыкновенная прогулка в лес и внимательное наблюдение окружающего мира дадут много нового, интересного, неожиданного.

Пойдемте летом в лес, в котором растут дуб и сосна. Найдём озерцо или обыкновенную лужу. Присмотримся. Вот на поверхности воды появилась какая-то серая пленка, ветерок гонит ее в сторону, она собирается морщинами. Рассмотрим эту массу в капле воды под микроскопом: она состоит из отдельных частичек округлой формы, из каких-то будто сдвоенных пузырьков, а вот рядом словно подушечка, дальше частичка, вооруженная шипами, а эта похожа на воздушный шар.

Это пылинки, обыкновенная пыльца, цветень, который высыпается из пыльников цветущих растений и разносится ветром. У растений пыльца служит для оплодотворения яйцеклетки, расположенной внутри женской клетки. Многие растения опыляются насекомыми: пчелами, шмелями, мухами, муравьями, которые разносят пыльцу. У таких растений пыльцы образуется сравнительно мало, она крупная, липкая.

По-иному у растений, которые опыляются при помощи ветра: лещины, дуба, сосны, кукурузы, ржи, коноп-

ли. Для того чтобы пыльца цветения попала на рыльца женских цветков, растение должно образовать ее чрезвычайно много. Пыльца очень легкая, компактная, сухая, не липкая. Целые облака желтых пылинок взлетают вверх, подхватываются порывами ветра и разносятся во все стороны. Большой частью пыльца не попадает на рыльца. Ее сбивают капли дождя, она оседает на листья и кору деревьев, на почву, траву, серовато-желтой пленкой покрывает лужи, пруды. В воде пыльца набухает и лопается, в сухом воздухе она пересыхает и теряет жизнеспособность. Лишь очень малое количество ее прилипает к рыльцу, покрытому клейкой массой.

Пыльца очень мелкая — размер отдельной пылинки не превышает нескольких тысячных долей миллиметра. Только у некоторых растений он достигает 0,2 мм. Однако строение пыльцы очень сложно и химический состав ее чрезвычайно богат. Каждая пылинка состоит из двух клеток, обернутых двумя общими оболочками. В оболочках есть одно или два отверстия, через которые при благоприятных условиях прорастает пыльцевая трубка.

Но самое интересное вот что. Каждая пылинка содержит в себе наследственные особенности того растения, от которого она происходит. В микроскопически малом объеме пылинки дуба заключена вся наследственная информация, то есть записанные специальным кодом все особенности огромного дерева, все его признаки, начиная от формы листьев, корней, ствола, желудей, коры и кончая тончайшими требованиями дуба к условиям почвы, температуры, продолжительности дня, влажности и даже к тем растениям, рядом с которыми он растет в роще, или к микроорганизмам и

грибам, живущим на его корнях. Крошечная пылинка «знает» больше, чем какая-либо книга, в ней автоматически на молекулярном уровне записаны и план «построения» будущего лесного великана, и распорядок жизни — когда дубу одевать листья, когда сбрасывать их, когда цвести, когда рассеивать желуди, и другие «правила поведения» на все возможные случаи в его многовековой жизни. Без такой записи в пыльце жизнь растений была бы невозможной, так как не было бы передачи наследственности.

Можно только удивляться тому, как предусмотрительно и заботливо природа снабдила маленькую, невидимую простым глазом пылинку всем необходимым, чтобы она выдержала путешествие от растения к растению и передала огромную наследственную информацию потомству.

Ученые мечтают о том, чтобы научиться читать эту информацию, и не только читать, но и записывать в пылинках необходимые сведения или, иначе говоря, изменять природу организмов.

Эта пыльца, которая оседает на обуви, когда мы идем цветущим лугом, которая, смываемая дождем, стекает желтоватыми струйками по стволам деревьев на лесные тропинки, невидимыми облачками кружится в воздухе, содержит в себе еще бесчисленное множество загадок и тайн.

Наш краткий рассказ — лишь небольшая страничка большой книги природы, которую может читать любознательный наблюдатель.

Как растения записали свою историю

Давайте сорвем какой-нибудь цветок. Осторожно раскроем лепестки, снимем чашелистик. Там, внутри, спрятаны пыльники — удлинённые двойные камеры, наполненные желтой пылью. Пыльца есть и в сережках тополя, березы, лещины, ольхи. Она разносится ветром или насекомыми, а в Южной Америке — даже миниатюрными птичками колибри. Под микроскопом видно, что у пылинок разная форма. При этом каждый вид растения имеет свою собственную строго постоянную форму. Например, пылинка сосны снабжена двумя пузырьками, облегчающими ее полет, пылинка кукурузы округлая, с одним отверстием и т. д.

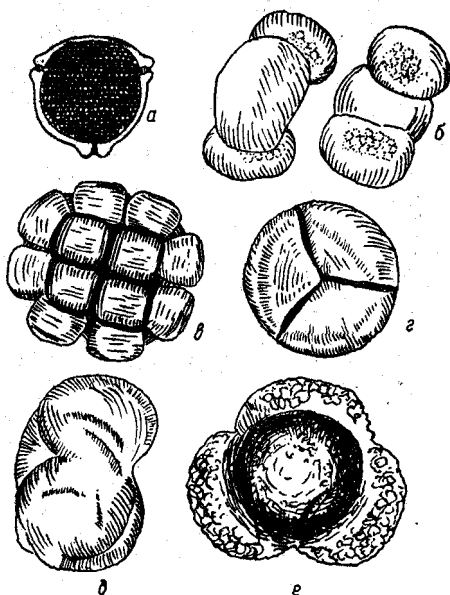
Ботаник, рассматривая пыльцу под микроскопом, может весьма точно определить вид растения, ее создавшего.

Во время цветения очень много пыльцы гибнет — попадает в почву, воду, на дно болот, озер и морей. Низшие растения — грибы или некоторые высшие нецветковые растения, такие, например, как папоротники, плауны, хвощи, размножаются не семенами, а спорами — очень мелкими, похожими на пыльцу клетками, желтыми, зеленоватыми, бурыми, черными. И вот что интересно: пыльца и споры имеют очень прочные оболочки; в торфе, буром угле, в осадочных породах, в почве эти оболочки сохраняются сотни тысяч и даже миллионы лет. Торф может разложиться совсем, так что не останется и частичек, которые позволили бы определить растения, произраставшие здесь когда-то. А пылинки и споры сохраняются. В различных слоях земли

геологи нередко обнаруживают окаменевшие остатки растений, но чаще всего в осадочных породах удается найти лишь пылинки—микроскопические «визитные карточки» прежней растительности.

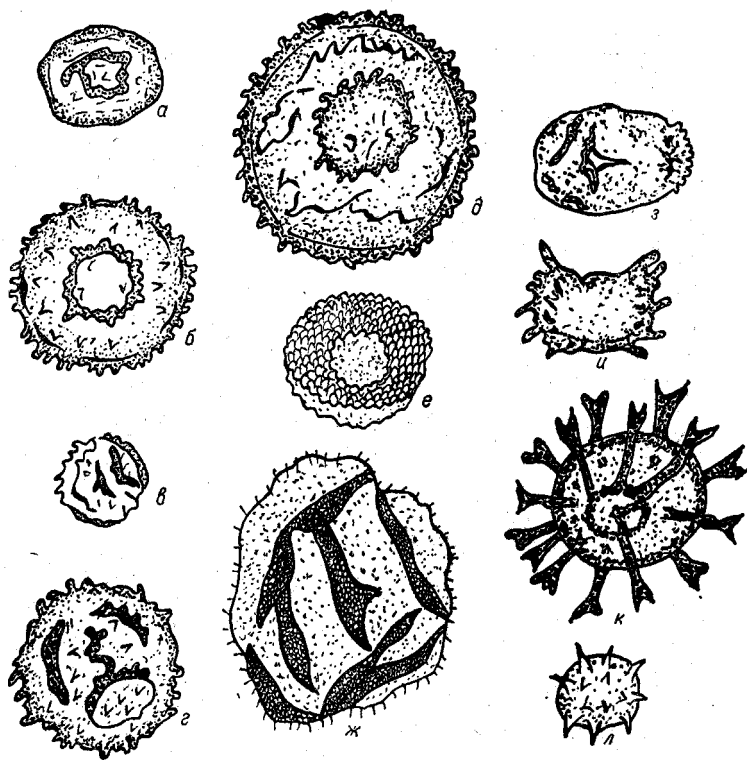
Изучая ископаемые споры и пыльцу, ботаник может не только сказать, какие здесь были когда-то растения, и определить геологический возраст того или иного слоя, но и нарисовать обстоятельную картину: в каком соотношении друг к другу они произрастали и что здесь находилось — лес, болото, луг или степь, каким был климат в то время — холодным или теплым, влажным или сухим. Растения при помощи пыльцы и спор как бы записывают свою историю.

Раздел ботаники, изучающий пыльцу, называется палинологией (от греческого слова палине, что значит мелкая пыль). Палинологи снимают торф слой за сло-



Пыльца современных растений:

a — березы; *б* — сосны (с двумя воздушными пузырьками); *в* — мимозы; *г* — вереска; *д* — кедра (с двумя пузырьками); *е* — подокарпуса (с тремя пузырьками).



Пыльца ископаемых растений:
а—е — силурийского периода; ж—л — кембрия.

ем, точно исследуют его споро-пыльцевой состав и создают картину изменений климата и растительности на протяжении тысяч лет на тех или иных территориях. Палинологи исследовали пыльцевой состав содержи-

го желудка мамонта, найденного на р. Березовке в Якутии, и установили, чем питались в свое время эти гигантские животные и какие условия жизни были тогда. Палинологи работают совместно с археологами, геологами, изучая возраст находок и условия, в которых жили когда-то люди, распознают растения, которыми пользовались наши далекие предки.

Но палинологи пишут не только древнюю историю растений. Они могут распутать и новые приключения маленьких «визитных карточек». Ведь пылинки разносятся ветром на расстояния порой до 1000 км, их путешествия изобилуют необыкновенными приключениями! Палинологи могут точно указать, с каких растений пчелы собирали мед, а по растениям определить район, где находятся ульи. Знакомство с палинологией оказалось необходимым и медикам: эта наука помогает находить возбудителей аллергических болезней — сенной лихорадки и бронхиальной астмы.

Кропотливо, тщательно, подобно детективам, отыскивают ученые пыльцу в обработанной специальными реактивами массе торфа, бурого угля, почвы, горных пород. И немые микроскопические свидетели, пролежавшие миллионы лет неподвижно, начинают рассказывать о жизни, которой ни один человек не видел и не мог видеть хотя бы потому, что в то время еще и людей на свете не было.

Так человек научился разгадывать еще одну тайну природы, к которой, казалось, и ключ нельзя было подобрать.

Сила возрождения

Если наступить случайно на хвост ящерице-живородке, она убежит в свою норку бесхвостой. Вскоре



Отрастание у бодяка.

вместо оторванного хвоста вырастет новый. Осторожно надрезав у ящерицы хвост, можно вызвать появление небольшого второго хвоста. Отрастание утраченных органов, или регенерация, у высокоорганизованных животных и человека не встречается или происходит сравнительно редко. Например, у взрослого человека может появиться новый зуб вместо вырванного. Неплохо восстанавливаются поврежденные кожа, мышцы, кровь, что имеет огромное значение для излечения различных травм.

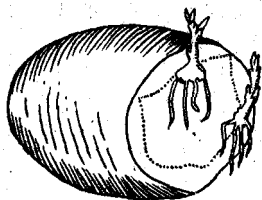
У низших организмов регенерация происходит легко. Каждому, наверное, приходилось видеть раков с клешнями разной величины — меньшая отрастает вместо оторванной в боевых схватках. Перерезанный надвое дождевой червь возрождается в два организма, а измельченная в ступке пресноводная губка — бодяга образует множество новых бодяжек.

Особенно велика сила возрождения у растений. В дикой природе большинство видов рас-



Образование новых растений на листе бегонии.

тений фактически размножается вегетативно: делением куста, корневищами, боковыми побегами, клубнями, луковицами и другими частями стебля или корня. Всем известно размножение ивы, тополя черенками или чудовищная сила, с которой возрождаются пырей, осот, розовый горчак, березка полевая из изрезанных плугом или дисковой бороной корневищ и корней. Отрезок корневища желтого



Регенерация почек у картофеля со срезанными глазками.

осота полевого, длиной всего в несколько миллиметров, в течение трех месяцев дает новое сильное растение, имеющее до десяти плодоносящих побегов и до трех метров корневищ. Ива ломкая размножается при помощи веток, которые легко обламываются и разносятся ветром. Даже черенки дуба, яблони, хвойных деревьев дают корни и становятся самостоятельными организмами, если их обработать ростовым регулятором — гетероауксином.

Большая сила возрождения заключена в мельчайших частичках организма растений. Из отрезанного листка бегонии, положенного на влажный песок, вырастает до 15 новых растений. Если срезать глазок картофеля и высадить его во влажный песок, он прорастет и разовьется, хоть не так пышно, как целый клубень, и даст побеги, которые можно затем пересадить в почву и получить клубни. Интересно, что картофель, выросший из глубоких слоев ткани клубня, часто уже не такой, как материнский, выросший из глазка. Он может иметь иные цвет, форму и прочие свойства. Селекцио-

неры используют этот прием для выведения новых сортов.

Недавно советским и американским ученым удалось вырастить плодоносные растения моркови и цикория из единственной клетки корня. Правда, для этого необходимо было создать совершенно стерильные условия и подкармливать «младенцев» кокосовым молоком и другим специальным питанием. Опыты не только демонстрируют огромную силу возрождения, когда одна, лишь в микроскоп видимая клетка развивается в нормальный организм, но и открывают большие возможности для управления природой растений. В настоящее время человек может привить одной клетке такие свойства, что полученное из нее растение окажется родоначальником сорта с невиданной урожайностью и качеством плодов.

Подобно сказочной птице феникс, которая, будучи сожженной, возрождается из пепла, растение из уцелевшего крохотного кусочка своего тела воссоздает новый, такой же полноценный, как и погибший, организм. Интересно, что любая клетка, где бы она ни находилась — в корне, стебле, листке, — способна к возрождению, имеет наследственную «память», содержит в себе план построения будущего растения, каким бы сложным оно ни было, со всеми мельчайшими признаками. Каждое растение порождает себе подобное. «Память» растения действует почти безошибочно, сохраняя на протяжении тысяч и тысяч поколений те же самые признаки, особенности, качества. Эта «память», «записи» о наследственности организма содержатся в основных веществах живой клетки — белках и нуклеиновых кислотах.

Удивительная сила возрождения очень нужна растениям и низшим животным, особенно таким, как корал-

лы и губки, которые неподвижно сидят на дне морском. Благодаря ей они залечивают раны, нанесенные градом или бурями, и восстанавливаются из мельчайших кусочков, оставшихся после съедения их животными. Благодаря этой силе организмы размножаются и расселяются по земной поверхности. Только бы выросло из семени хоть одно растение; направляя во все стороны побеги и корневища, оно породит сотни и тысячи себе подобных.

Сила возрождения заставляет срастаться в одно целое привой с подвоем в плодовом саду, воскрешает выжженные пожаром лес или траву в степи. Регенерация — удивительная особенность живого, без которой жизнь вообще была бы невозможна.

Янтарь и урожай

Знаменитый одесский врач-окулист, возвративший зрение тысячам людей, академик АН УССР В. П. Филатов был большим любителем и тонким наблюдателем природы. В последние годы своей жизни он увлекался живописью, и созданные им картины поражают тем, что их автор в самых обыкновенных сюжетах — группа берез, обычный ландшафт, — умел найти что-то новое, неповторимое. Это и было, как мне кажется, наиболее характерной чертой великого ученого.

Еще в предвоенные годы В. П. Филатов заметил интересное явление. Около его клиники был расположен садик. Как-то осенью садовник, который ежегодно сгребал опавшие листья, на части сада не успел этого сделать. Опавшие листья так и остались здесь на всю зиму. В следующем году деревья в этой части сада выглядели лучше, обильнее цвели, дали больший уро-

жай. Тогда поставили специальный опыт: осенью листья сгребли на одну половину сада. И снова тот же результат. Иной, возможно, этим бы и ограничился, но В. П. Филатов начал искать ответ на вопрос, почему опавшие листья способствовали росту деревьев. А что представляют собой опавшие листья?—спрашивал он себя. Это, собственно, отмирающие ткани организма. Клетки у них вначале еще живы, им, как и каждой живой частичке, умирать не хочется, они должны, вынуждены сопротивляться смерти. А как? Производя вещество, которое каким-то образом повышает жизненный тонус, ускоряет, стимулирует все жизненные процессы. Это должен быть биогенный стимулятор. Вот к какому выводу пришел В. П. Филатов.

Гипотеза ученого получила блестящее подтверждение. Для операции на глазах необходимо было всегда иметь свежую роговицу от только что погибших людей. Но несчастных случаев со смертельным исходом никто планировать не может, у нас их становится все меньше и не должно быть совсем. А что, если для пересадки на больной глаз взять роговицу с трупа, сохранявшегося на холоде? Опыты на животных установили, что в этом ничего опасного нет. Первые попытки обнаружили поразительное явление: пересаженная с трупа роговица не только хорошо приживалась, но и активно влияла на окружающую ее непрозрачную больную роговицу, которая постепенно начинала светлеть, словно муть растворялась каким-то веществом. Оказалось, что и в этом случае действует биогенный стимулятор. Он образуется в еще живых клетках мертвого организма (ведь клетки продолжают жить несколько часов после смерти). Биогенный стимулятор благотворно влияет на весь организм, оживляет больную роговицу глаз. Та-

ким образом, роговица труда излечивает болезни глаз еще лучше, чем свежая ткань.

А обязательно ли, чтобы для образования биогенного стимулятора клетки отмирали? Нет, не обязательно, устанавливает ученый. Важно, чтобы клетки попали в неблагоприятные условия, к примеру, на холод, это заставит их «мобилизовать внутренние резервы». Как потом было обнаружено, биогенные стимуляторы образуются и в организме спортсмена во время напряженных упражнений, и в листьях растений, положенных на холод.

Сходны ли биогенные стимуляторы растений и животных, каждый ли организм имеет свой специфический стимулятор? И снова опыты: кусочки тканей растений и животных кладут на холод, а затем сравнивают с неохлажденными. И вот оказывается, что биогенные стимуляторы у совершенно разных организмов имеют одну и ту же природу. А как они сохраняются, переносят ли нагревание, испарение, как реагируют на щелочи и кислоты, можно ли извлечь их в чистом виде? Снова десятки и сотни опытов. В работу включаются сотрудники В. П. Филатова, ученые из других учреждений и городов. Больше всех заинтересовался этой проблемой биохимик профессор А. В. Благовещенский. В тяжелых условиях военного времени велись напряженные поиски удивительного стимулятора. И вот была установлена его химическая природа: он оказался не одним веществом, а смесью довольно обыкновенных органических моно- и дикарбонатных кислот — янтарной, фумаровой и других, которые образуются в каждой клетке в процессе дыхания. Но в нормальном состоянии эти кислоты не накапливаются, а окисляются дальше, образуя углекислый газ и воду.

К сожалению, то обстоятельство, что природа биогенных стимуляторов оказалась довольно простой, оттолкнуло от них многих ученых. Это, видимо, в характере человека — стремиться к чему-то необычному, небывалому, неслыханному. И когда, наконец, ответ на загадку оказывается обыкновенным, тривиальным, у многих вдруг теряется интерес к явлению.

В связи с этим вспомним следующий случай. В 1916 г. английский ученый Ботомлей обнаружил интересный факт. Он выращивал в колбе на питательном растворе обыкновенную ряску. Это маленькое растение очень хорошо растет в лабораторных условиях, и его часто используют в качестве биологического теста — пробы на физиологические влияния, ведь его быстрее и легче вырастить, чем любое иное растение. Добавляя к питательному раствору различные вещества, Ботомлей случайно обнаружил, что вытяжка из торфа стимулирует рост ряски. Им овладел охотничий азарт — он непрерывно проводил опыты, издавал многочисленные публикации в Трудах Королевского научного общества. «Вне всяких сомнений, — отмечал Ботомлей, — мы здесь имеем дело с каким-то стимулятором роста растений. Этот стимулятор следует назвать ауксоном от греческого слова ауксе — рост». (Следует напомнить, что известные сейчас ростовые вещества были обнаружены только спустя 18 лет после появления трудов Ботомлея). И вот после тщательных анализов Ботомлей пришел к выводу, что его ауксоны — обыкновенные, всем известные аминокислоты. Это настолько разочаровало и смутило ученого, что он оставил дальнейшую работу с ауксонами. Между тем сам факт, почему ряска стимулируется торфяной вытяжкой, и до настоящего времени ожидает своего объяснения.

Мне кажется, Ботомлей, оставляя работу, был дважды неправ. В вытяжке могли содержаться не только аминокислоты. Ведь из торфа извлекается настолько сложная смесь молекул самых различных органических соединений, что о них нельзя говорить даже как о сотне веществ. Их там значительно больше. Главная же ошибка Ботомлея заключалась в том, что он не пожелал дальше проверять свою гипотезу. Почему какие-то обыкновенные аминокислоты действуют как ауксоны? Это его не заинтересовало, и в этом заключался его большой просчет.

Однако возвратимся к биогенным стимуляторам. В медицине биогенные стимуляторы не нашли еще широкого применения. Они действуют легко, мягко, а медицина до настоящего времени отдает предпочтение сильнодействующим средствам. Неплохие результаты дают иногда биогенные стимуляторы в животноводстве, в частности птицеводстве.

Особенно заметное влияние оказывают биогенные стимуляторы на растения. Обработка довольно простая. Приготавливают 0,004-процентный раствор янтарной кислоты, и в нем замачивают семена, которые затем просушивают и высевают (или высевают сейчас же непросушенными). Можно также этим раствором опрыскивать взрослые растения. Иногда обработка семян или растений, которая стоит копейки, увеличивает урожай на 30 процентов, а бывает — никак не влияет на него.

Вот в чем беда и причина слабого применения биогенных стимуляторов в народном хозяйстве: ученые до сих пор не выяснили физиологического механизма их действия. Поэтому, применяя биостимуляторы, невозможно заранее быть уверенным в положительных результатах. А такая неопределенность недостаточно

поощряет работников сельского хозяйства к использованию биогенных стимуляторов.

Один из биогенных стимуляторов — янтарную кислоту получают путем химической переработки отходов ювелирного производства. Тысячи килограммов драгоценной окаменевшей смолы — янтаря выбрасывает ежегодно на берег бурное Балтийское море. Крупные красивые куски янтаря идут на изготовление украшений, инкрустацию изделий, а мелочь, обрезки, пыль подвергаются перегонке и дают чудесный стимулятор, тайна которого еще не разгадана.

Хочу пить

На лугах, во влажных лесах растет интересное растение — ворсянка. Ее противоположно расположенные листья сростаются у основания, образуя некое подобие кубка. Стебель ворсянки снизу доверху в этих кубках. Появляются на нем боковые побеги — и на них также образуются небольшие кубки, рюмочки, наперстки. Стебель венчается мощным соцветием — головкой, обсаженной отогнутыми книзу крючочками. Один из видов этого растения, ворсянка посевная, дает знаменитую ворсовальную шишку, при помощи которой вырабатывают сукно, бархат, велюр. Изготовить искусственно такие ювелирной точности крючочки для начесывания ворса на шерстяных тканях пока что чрезвычайно трудно, поэтому в Крыму созданы специальные плантации для выращивания ворсянки.

Латинское название ворсянки — дипсакус. Это слово заимствовано из греческого языка и означает «жажду», «хочу пить». Действительно, кубки и наперстки ворсян-

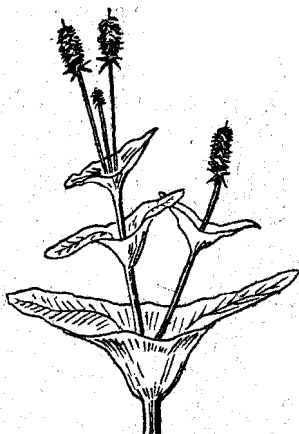
ки всегда наполнены водой. Хорошо развитый экземпляр накапливает до полустакана воды.

До сих пор считали, что вода накапливается в кубках во время дождя. Конечно, небольшой дождь до краев наполняет «сосуды» ворсянки чистой водой. Но загляните в них во время продолжительной засухи, когда долго не было дождей, — вы все равно увидите там желтую или бурую жидкость, в которой плавают погибшие насекомые. Наклоните стебель и вылейте жидкость из влагалищ листьев.

Наутро на дне кубков соберется немного воды, а в течение нескольких дней они снова заполнятся до краев.

В такой воде, особенно той, которая продолжительное время была в кубках растения, содержится много аммиака, фенольных соединений. Она имеет неприятный запах, и семена в ней плохо прорастают. Откуда же появляется вода во влагалищах листьев ворсянки?

Внутри кубков всегда есть по две или четыре почки. С их верхушек ночью каплями выделяется гутационная вода. Внутренние стороны влагалищ листьев покрыты многочисленными железистыми щетинками, которые тоже, наверное, выделяют какую-то жидкость. При их помощи ворсянка заполняет свои бокалы и кубки.



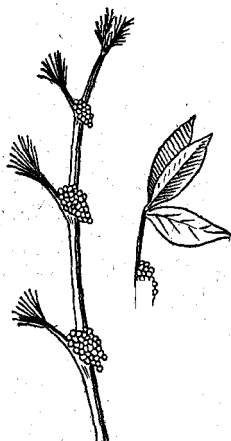
Ворсянка.

Однако зачем ей это нужно? Ведь в природе в результате эволюции выработалась большая целесообразность любых приспособлений и не должно быть ничего лишнего.

Возможно, ворсянка делает запасы воды, которые понемногу расходует днем? А может быть, она таким образом улавливает и переваривает насекомых подобно насекомоядным растениям?

Пока что это остается загадкой!

Пена на кустах



Пена, образованная слюнявицей на побегах тринии и на листе клевера.

Степные растения, а особенно обитатели заливных лугов и влажных лесов часто служат объектом нападения личинок цикадок-слюнявиц. Личинки обычно располагаются на молодых частях стеблей или черешках листьев и обволакиваются жидкой пеной, напоминающей слюну. Пузырьки пены, слипаясь, образуют капли жидкости, которая стекает по стеблю к основанию растения. Такой жидкости бывает довольно много: в жаркий летний день даже можно промочить ноги. Личинки слюнявицы (мы находим их в более чем 40 видах травянистых растений) высасывают соки из растений, съедобные вещества они переваривают и усваивают, а выделенную воду ножками сбивают в пену.

Интересно отметить, что подобное образование пены наблюдается на ивах, растущих в поймах рек. Пенные капли непрерывно скатываются с веток, напоминая дождь. Наверное, именно это явление весной 1931 г. наблюдал на Днепре академик Н. Г. Холодный, который ошибочно принял увиденное за гутацию. Н. Г. Холодный был поражен обильным, как после ливня, выделением воды.

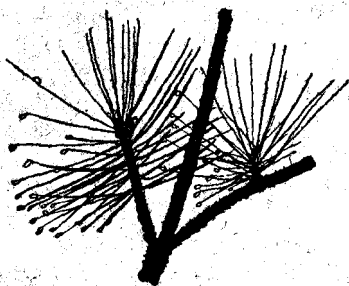
В народе существует поверье, что капли пены на траве — это слезы кукушки, плачущей по своим детям. Поэтому растение, на котором особенно часто встречаются пену, получило название горлицы кукушкин, или, по-иному, кукушкины слезы.

Дождь

Черно-серые облака заволокли все небо, неудержимо сеет мелкий дождь, густой туман лениво ползет между кустами, оседает тяжелыми липкими каплями на листьях, стволах деревьев, траве. Вокруг все мокро. Влажным воздухом тяжело дышать, прибитый дождем дым стелется над самой землей. Умолкли птицы, все притихло, спряталось, пережидая дождь. Но он идет и идет, уже третьи сутки.

Растения не могут спрятаться от дождя. А может быть, это и не нужно? Ведь дождь несет передышку после душных суховеев, щедро напавает томимую жаждой землю. Как удивительно зеленеет все после него! Нет большей радости для хлебороба, чем вовремя начинающий постукивать густой теплый дождь.

Но взглянем на дождь с другой стороны. Каждое явление, даже самое обыкновенное и привычное, име-



Дождевые капли на хвое сосны.

ет неожиданные аспекты. Так и дождь. Вода — сильный растворитель, она способна выщелачивать из листьев растений большое количество различных соединений. Это имеет прежде всего «санитарно - гигиеническое» значение для растений. Таким образом они избавляются от вредных отходов, возникающих в

процессе обмена веществ. Ученые заметили, что в районах, расположенных в зонах частых дождей, хвоя на сосне живет до восьми лет, а там, где дожди выпадают редко, сменяется через год-два. Дело в том, что хвоя служит для выделения избыточных, вредных для растений веществ. Если долго нет дождей, смывающих эти вещества, переполненная ими хвоя желтеет и опадает.

Однако продолжительные, затяжные дожди могут причинять и значительный вред. Мириады мелких капелек, оседающих на листьях, медленно сползают, сливаются в крупные капли, которые затем падают на землю. По пути вода вымывает из листьев сахара, кислоты, питательные вещества. Листья растений воспринимают это не пассивно. Как только начинается дождь, они плотно закрывают все устьица, но вода все-таки выщелачивает из них много веществ. Особенно легко извлекается из листьев калий. Например, в листьях вишни, растущей под укрытием, содержится 7 процентов этого элемента, а находящейся на открытом воздухе — только 2,1 процента. Дождь, продолжающийся

двое суток, вымывает из листьев больше половины калия. После тропических ливней банановые растения на плантациях в Индии испытывают сильный калиевый голод.

Вымываются и другие питательные вещества. В течение года из листьев дуба, осины или сосны выщелачивается на каждом гектаре 6—8 кг азота, 5—6 кг кальция, 1—4 кг калия, 1 кг магния, 200—500 г фосфора, 100—200 г серы.

Потери сахаров могут достигать нескольких центнеров на гектар, не говоря уже о том, что во время дождя фотосинтез почти прекращается и новые сахара не образуются. Дождь выщелачивает из растений ростовые вещества, а также «помогает» активизировать свое действие ядовитым растениям — колинам, которые тормозят рост соседей. Например, рыжик льняной — опасный враг льна — угнетает его именно выделениями из своих листьев, которые смываются дождем. Если дождя нет, рыжик не может заметно уменьшить урожай льна, и, наоборот, сам страдает от ядовитых веществ, которые за определенное время накапливаются в его листьях.



Влияние смываемых дождеванием выделений листьев рыжика на рост льна.

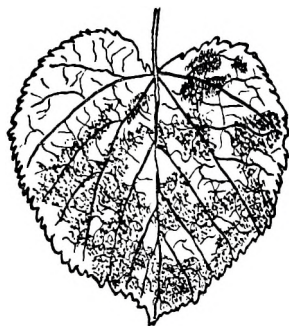


Рожки на ржи.

Когда выращиваемые в одних вазонах растения льна и рыжика поливали «дождевиком» из лейки, отмечалось значительное угнетение льна; в тех же вазонах, которые поливались осторожно, чтобы не задеть листьев рыжика, лен рос нормально. Точно так действуют и вещества, выделяемые листьями грецкого ореха, горькой полыни. На листьях этих растений расположены особые Т-подобные волоски с железами, которые выделяют физиологически активные вещества. Как видим, при помощи дождя некоторые растения осуществляют аллелопатию, то есть оказывают химическое влияние на своих ближайших соседей.

Медвяная роса

Такое название получили сладкие выделения рожков грибка, вызывающего заболевания ржи. В колосьях вместо зерен вырастают удлиненные твердые образования, имеющие форму рога; внутри они беловатые, а внешний слой их окрашен в темно-фиолетовый или коричнево-фиолетовый цвет. Пока рожки формируются в колосе, они вызывают выде-



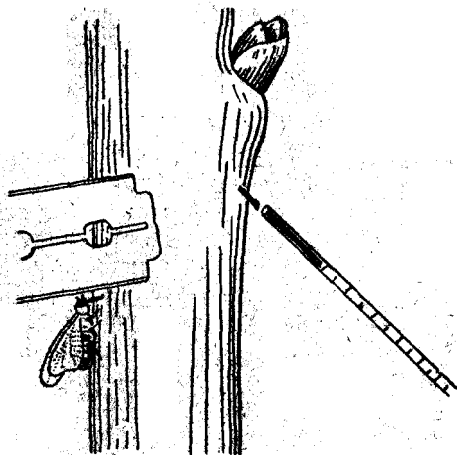
Медвяная роса на листе липы.

ление сладкой липкой жидкости, которая, возможно, привлекает мух, разносящих конидиоспоры этого паразита. (Конидиоспоры образуются не из плодовых тел, а просто из мицелия, ткани гриба). После созревания рожки опадают на землю или попадают в посевной материал. Весной из рожков прорастают плодовые тела — сумки, или аски, в которых образуются легкие летучие аскоспоры, или споры сумчатые. Споры разносятся ветром и во время цветения ржи попадают в цветы; снова образуется рыхлый, непрочный маслянистый мицелий гриба, выделяющий клейкую медвяную росу с конидиоспорами, которая затем превращается в твердые рожки.

Из рожков добывают ценное лекарственное вещество. Поэтому иногда рожь специально заражают спорами гриба.

Есть и другая медвяная роса, иначе падь, которая часто появляется на листьях липы, береста, кленов, ели, сосны и других растений. Выделение ее бывает настолько обильным, что сладкая тягучая жидкость стекает с листьев на расположенные ниже растения и землю. На гектар иногда образуется до 10—12 ц медвяной росы. Пчелы собирают ее с листьев и превращают в мед. По данным пчеловодов, падевый мед составляет от 30 до 70 процентов всего медосбора. Большинство специалистов считает, что этот мед хуже цветочного потому, что иногда он бывает ядовитым. Во всяком случае для питания пчелиного молодняка и пчелиных семейств во время перезимовки он не пригоден.

Причины появления медвяной росы окончательно не установлены. Одной из самых главных считают повреждения, причиняемые растениям насекомыми — тлей, клопами, клещами, щитовками и другими. Они питаются сладким соком из флоэмы — ткани, по которой пере-



Добывание флоэмного сока при помощи тли.

мещаются органические вещества. Эти насекомые имеют специальные ротовые аппараты — длинные острые стилеты, которые втыкают прямо в сиди-видную клетку растения, высасывая оттуда свою жидкую пищу. Древесный сок содержит мало аминокислот и очень много сахаров. Для того чтобы получить достаточную порцию предшественников белков — аминокислот, насеко-

мые должны пропустить через свой желудок огромное количество сока с неперева-ренными сахарами. Вязкие сладкие отбросы, с прилипшими оболочками насекомых, сброшенными во время линьки, сплошными слоями покрывают листву и нежные молодые части стебля, на которых сидят черные или зеленые стаи тлей.

Употребляют в пищу сладкие отбросы муравьи. К пораженным растениям от муравейников выются тропинки, по которым в обоих направлениях непрерывно снуют сотни маленьких тружеников. Подкравшись к тле, муравей щеко-чет ее уси-ками, словно доит. Тля отдает каплю сладкой жидкости, которую муравей, проглотив, относит в муравейник.

Муравьи заботливо выпасают табуны своих шестиногих коровок. На зиму они уносят самок или личинок тлей в муравейник, где те зимуют в наилучших условиях. Весной муравьи выносят их на поверхность и рассаживают на нужных им растениях.

Ученые довольно остроумно воспользовались тлей для того, чтобы при ее помощи исследовать состав и скорость движения флоэмного сока в растении. С этой целью тлю выпускают на исследуемое растение, и когда она присосется к нему, аккуратно отсекают насекомое от его стилета. Ни один экспериментатор не в состоянии тончайшим зондом попасть в ситовидную трубку так точно, как это делает тля. Сок в растении почти всегда находится под небольшим давлением и поэтому, самоизливаясь, вытекает через воткнутый в клетку стилет. Капли собирают микропипеткой и анализируют.

Следовательно, одним из видов медвяной росы являются отбросы, экскременты насекомых. Другой вид — чистый сок, вытекающий из проколотой флоэмы. Дело в том, что насекомые, вонзая стилеты в клетку, выделяют такие вещества, которые противодействуют заращению отверстий. Вот почему жидкость продолжает сочиться из проделанного стилетом отверстия еще 10—15 дней после того, как насекомое перешло на другое место.

Может происходить, как нам кажется, и спонтанное (самопроизвольное) выделение сахаров из листьев без вмешательства насекомых. Если в июне или июле после нескольких прохладных дней внезапно наступает жаркая сухая погода, на листьях многих древесных пород появляются блестящие пятнышки — это из отдельных отверстий вытекает сладкий раствор, который здесь же затвердевает. Количество пятен увеличивается, покрыва-

вая весь лист падью, которая служит отличной средой для размножения многочисленных грибов. Поврежденные грибами и бактериями листья через несколько дней покрываются сажой. У пчел, собиравших эту черную падь, мед может оказаться отравленным.

Падь смывается с деревьев росой и дождем. Мне не известны такие исследования, однако можно с большой уверенностью утверждать, что липкая броня на листьях очень мешает фотосинтезу и дыханию растений, а также может отравить листья. Мы наблюдали в лесу, как под липой, листья которой выделили большое количество медвяной росы, вся травянистая растительность была сожжена, словно ее подвергли воздействию гербицидов.

Способность листьев выделять сахара без вмешательства насекомых должна привлечь на себя внимание исследователей. Возможно, в этом скрывается довольно простой способ получения сахаров из листьев деревьев лесных пород: достаточно спровоцировать появление сахаров, а затем смыть их искусственным дождем. В случае необходимости можно было бы вызывать появление медвяной росы для подкормки пчел. Ведь, научившись управлять этим процессом, мы сумели бы не допустить грибкового поражения сахаров, и пчелы собирали бы отличный мед.

Свет и корни

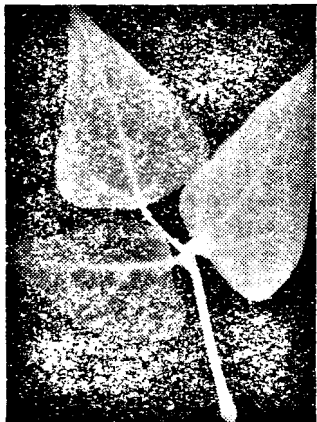
Корни пребывают все время в темноте и потому недолюбливают свет. Если иногда и попадают на них лучи света, то они выгибаются и начинают расти в противоположную сторону. Это явление получило название отрицательного фототропизма.

И все же свет оказывает значительное влияние на деятельность корневой системы. И не только потому, что корни не могут обойтись без продуктов фотосинтеза, которые образуются в листьях растений.

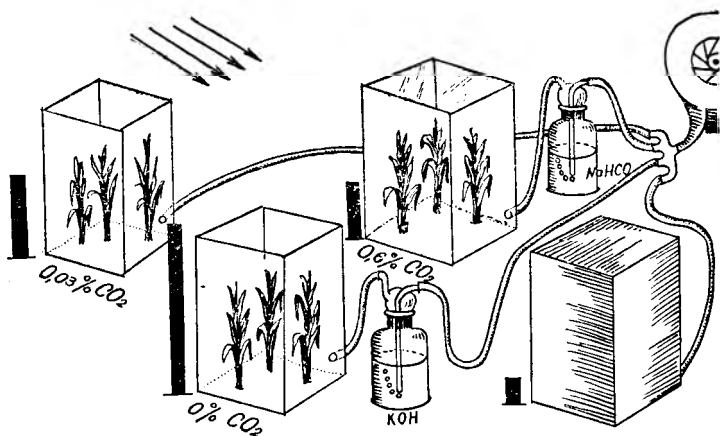
Однажды, задумавшись над этим вопросом, мы провели следующий опыт. Один из листков фасоли (она, как известно, имеет тройной лист) мы поместили в непрозрачный пакет из черной бумаги, оклеенный с внешней стороны белой бумагой, чтобы не перегревался на солнце; второй листок вложили в прозрачный пакет из целлофана, а третий, для контроля, оставили на открытом воздухе. Фасоль подкормили через корни меченым фосфором и при помощи счетчика определили, какое количество его поступило в каждый листок. Оказалось, что в листке, оставшемся открытым, накопилось 450 импульсов в минуту на миллиграмм вещества, в листке, заключенном в прозрачный пакет, который не мог испарять воду и фотосинтезировать,— 340, а в затемнен-



Радиоавтограф с затемненного листа фасоли (контроль).



Радиоавтограф с тройного листа фасоли, у которого левый листок находился в темноте, средний был заключен в целлофановый пакет, а правый был открыт.



Опыт по изучению влияния фотосинтеза на поступление фосфора в растения. Возле камер указано содержание углекислоты в воздухе; черные столбцы показывают поступление P^{32} в растения.

ном — только 120 импульсов. Сходный результат был получен при затемнении отдельных частей листьев помидоров, подсолнуха, свеклы и других растений, а также тогда, когда эти растения помещали в прозрачные или затемненные камеры. Наиболее активными оказались синие и красные лучи, а зеленые и желтые действовали слабее.

Это показалось нам странным. Ведь корни, подающие питание вверх, в стебель, не ощущают как будто непосредственного влияния света. Как показали анализы, в них, несмотря на частичное затемнение листьев, содержался такой запас крахмала и сахаров, что за счет его они могли бы жить несколько недель. Тем не менее разница в поступлении меченого фосфора в освещенные и затемненные растения была значительной.

щенные и затемненные листья наблюдается уже через 15 минут после начала опыта, с первыми порциями поглощенных атомов фосфора. Следовательно, дело не в том, что корни затемненных растений голодают, — за это время они просто не успевают почувствовать голод.

Очевидно, листья посылают корням какой-то сигнал о том, что им необходим фосфор. Известно, что фосфор имеет важное значение для фотосинтеза, поэтому освещенные листья требуют его поступления. Энергия солнечных лучей накапливается прежде всего в высокоэнергетических фосфорорганических соединениях. Во время фотосинтеза аденозиндифосфорная кислота (сокращенно АДФ) присоединяет к себе еще одну частичку фосфорной кислоты и превращается в аденозинтрифосфорную кислоту (АТФ). АДФ в листьях есть, а для того чтобы образовалось в них АТФ, необходимо поступление минерального фосфора из почвы.

Предположение кажется логичным. Следовательно, фотосинтез в зеленых листьях является причиной быстрого притока к ним фосфорнокислых соединений. Однако на этом останавливаться нельзя, вывод необходимо проверить.

Скрытый фотосинтез

Впрочем, проверить результаты очень просто: достаточно прервать в листьях фотосинтез, во время которого происходит усвоение энергии света и углекислого газа, чтобы все стало понятным. На длинном выложенном белым кафелем лабораторном столе расположили стеклянные сосуды с опытными растениями. Их накрыли прозрачными колпаками (камерами) из тон-

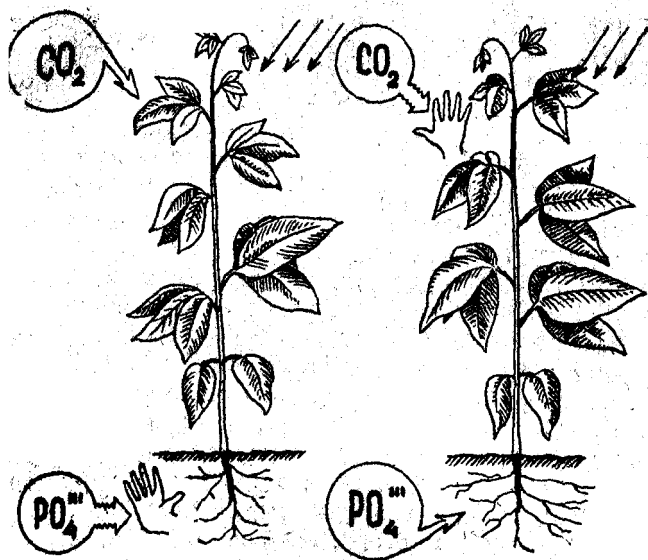
кого органического стекла, подключили компрессоры — и опыт начался. Одни растения получали свет и необходимое количество углекислоты из окружающего их воздуха. Это была контрольная группа. Другие получали еще дополнительную подкормку углекислым газом для усиления фотосинтеза. Третья группа растений находилась в освещенной камере, однако из воздуха ее был полностью удален углекислый газ, чтобы фотосинтез не мог происходить. Наконец, четвертую группу поместили в затемненную камеру, через которую продували обыкновенный воздух. Здесь также прекращался фотосинтез. Имелось в виду, что если наше предположение правильно, то корни будут поглощать меченый фосфор из питательного раствора в очень малом количестве. Действительно, с растениями четвертой группы так и произошло: поступление фосфора, как мы и ожидали, оказалось ничтожным.

Но как же мы были удивлены, когда поднесли к счетчику растения третьей группы, в которых фотосинтез не происходил из-за отсутствия в воздухе углекислого газа. Стрелка счетчика вращалась в два раза быстрее, чем тогда, когда мы подносили к нему растения контрольной группы.

Что-то здесь не так. Фотосинтез в соответствии со всеми известными законами не должен происходить, а фосфор между тем поступает в листья мощным потоком!

И, наоборот, в растения второй группы с наиболее интенсивным фотосинтезом фосфор поступал в несколько меньшем количестве по сравнению с контрольными растениями.

Еще и еще повторяли мы опыты — с овсом, кукурузой, огурцами, горохом, фасолью. Все растения дружно



Антагонизм между поступлением углекислоты через листья и фосфорной кислоты через корни.

давали один и тот же ответ: в темноте поступление фосфора незначительное, при свете же чем слабее фотосинтез, тем интенсивней поступление фосфора из корней в листья.

Невольно возник вопрос: как будут вести себя другие питательные вещества при таких же условиях? Дали растениям меченую серу, нитраты. Получилось то же самое, что и с фосфором. Определили поступление калия и кальция — закономерности совсем другие.

Значит, наше первое предположение об особой роли

фосфора в фотосинтезе, о том, что он якобы интенсивней поступает в листья при свете, отпадает.

Будем искать новое. Обращаем внимание на следующее обстоятельство: фосфор, сера, нитраты — это все анионы, остатки кислот. Они отрицательно заряжены и в растворе притягиваются к положительному электроду. Кальций и калий — катионы, то есть имеют положительный заряд. Вообще растение — это электрическая система, в которой количество положительных и отрицательных зарядов должно быть уравновешено. Если возникает избыток катионов, из окружающей среды должны поступить анионы, чтобы устранить разницу потенциалов между растением и почвой.

Что же происходит с растением во время фотосинтеза? Вначале оно поглощает углекислый газ, точнее — углекислоту, анион с отрицательным знаком. Поэтому растение само становится отрицательно заряженным. При таких условиях корням трудно поглощать анионы фосфорной, серной или азотной кислоты. Для этого растение должно расходовать энергию дыхательных процессов или производить обмен анионов органических кислот на анионы необходимых ему питательных веществ. В противном случае будет увеличиваться электрический заряд растения по сравнению с зарядом почвы и электростатические силы просто «вытянут» из него все лишние анионы.

Отрицательный заряд растения увеличивается ночью или в темноте, когда оно только дышит и в избытке поглощает органические кислоты и углекислоту.

Таким образом, мы установили, что между поглощением углекислоты листьями и поступлением анионов через корни существует электрический антагонизм — они как бы выталкивают друг друга из растения. Если

растение получает много углекислоты, поступление фосфора задерживается, и, наоборот, если его «накормить» фосфором, оно уменьшит поглощение CO_2 . Я был очень рад, узнав из статьи французского ученого А. Моиза, что он тоже установил этот антагонизм, но, как говорят, с другого конца: он подкармливал листья анионами (нитратами), после чего они не проявляли желания поглощать углекислоту.

Во время фотосинтеза углекислота восстанавливается, к ней присоединяется водород из воды, а кислород выделяется в газообразном состоянии в воздух. Вместе с молекулой кислорода исчезают два отрицательных заряда, появляется предпосылка для поступления молекулы CO_2 или минерального аниона из корневой системы.

Очевидно, и тогда, когда растение находится на свету в воздухе, не имеющем углекислоты, зеленые зернышки хлоропласта, задачей которых является усвоение CO_2 , все же продолжают работать. Они поглощают солнечную энергию, восстанавливают всю «внутреннюю» углекислоту и кислые соединения, которые всегда есть в живых листьях, так как образуются в процессе дыхания — биологического окисления. Это скрытый фотосинтез, который мы пока что не можем определить распространенными в настоящее время методами. Под фотосинтезом и до сих пор преимущественно понимают усвоение углекислоты из воздуха, потому что все способы определения этого процесса основываются на измерениях поглощения CO_2 или выделения O_2 . Между тем наиболее важная сторона фотосинтеза — усвоение энергии — пока что почти не исследовалась.

Во время скрытого фотосинтеза в растении образуется излишек положительных зарядов, а потому оно,

подобно электроду гальванической батареи, просто «всасывает» из почвы анионы. Действительно, как мы определили, на свету, когда листья не получали из воздуха CO_2 , органические кислоты начинали быстро исчезать, уменьшалось напряжение антагонизма между углеводным и минеральным питанием растений. Этим и объясняется исключительно бурное поступление анионов в растения, которые будто бы не фотосинтезировали на свет.

Таким образом, нам удалось открыть существенную часть фотосинтеза, которая до этого времени выпадала из поля зрения исследователей.

Эти наши соображения нашли со временем не прямое подтверждение в известной схеме фотосинтеза, предложенной американским ученым Д. Арноном. Он считает, что фотосинтез заключается только в связывании энергии в процессах фосфорилирования, то есть превращения АДФ в АТФ, и в восстановлении никотинамидадениндинуклеотида — очень важного энергетического вещества, необходимого в процессе дыхания. Последующие этапы — восстановление углекислоты при участии водорода воды, синтез сахаров и аминокислот — к процессу собственно фотосинтеза не относятся. Связывание энергии происходит и без поглощения извне углекислого газа.

Каково же соотношение общего фотосинтеза и скрытой части его? Это необходимо еще выяснить. После продолжительных расчетов, произведенных несколькими различными методами, я пришел к заключению, что в обычных условиях он может составлять 30—40% общей фотосинтетической продуктивности растений.

Скрытый фотосинтез не создает нового органического вещества, а служит для преобразования содержащихся

в листьях низкоэнергетических соединений в нужные растению высококалорийные продукты. Если это так, необходимо пересмотреть наши представления о фотосинтезе. Это процесс еще более мощный, чем мы представляли до сих пор.

Самое интересное в мире вещество

В 1877 г. К. А. Тимирязев посетил старого, больного Ч. Дарвина в его усадьбе в Дауне, где тот, никуда не выезжая, проводил последние годы своей жизни. Беседа продолжалась более двух часов. Дарвин показал гостю свои опыты, рассказал о своих замыслах и планах и навсегда увлек ими русского ученого. Затем он внимательно выслушал К. А. Тимирязева, расспросил о его исследованиях и сказал в заключение: «Хлорофилл — это, наверное, самое интересное из органических веществ».

По определению К. А. Тимирязева, зерно хлорофилла — исходная точка всего того, что мы понимаем под словом «жизнь».

К этим словам двух великих ученых трудно что-либо добавить. Да и очень много написано о хлорофилле. Однако посмотрим на него с несколько иной стороны. Луч солнца, упавший на нехлорофилловое зерно, гаснет для нас бесповоротно. Он может нагреть воздух или испарить немного воды, вызвать ветер либо дождь, но эта работа его скоропреходяща, энергия луча рассеивается в мировом пространстве. Только тот луч, который попал на зеленый лист растения, не пропадает, не рассеивается бесследно в космосе. Он превращается в химические связи высокоэнергетических соединений

и в этом законсервированном состоянии может сохраняться миллионы лет.

Продукция органического вещества на земном шаре, таким образом, зависит от количества хлорофилла на единицу площади суши или моря. А количество это не постоянно и колеблется в значительных пределах. Например, в центральных олиготрофных зонах океанов, то есть там, где мало питательных веществ (олиго — малый, трофос — питание), на 1 м² глубины проникновения света приходится меньше 10 мг хлорофилла. В эутрофных (эу, эв — хороший) и достаточно освещенных, эвтрофических (эв — хороший, фотос — свет), зонах океана хлорофилла значительно больше — от 10 до 120 мг/м². Во время «цветения» водоемов количество хлорофилла возрастает до 1000 мг/м². Максимальное количество хлорофилла, до 22 000 мг/м², наблюдается при массовой культуре зеленой одноклеточной водоросли хлореллы в слое воды глубиной 0,5 см.

На суше наибольший запас чудесного вещества обнаружен в так называемых галерейных лесах Таиланда — около 13 300 мг/м². В наземном растительном мире Украины — в степях и лесах, на лугах и полях — содержание хлорофилла составляет 160—530 мг/м². Понятно, в пустынях, высоко в горах, в полярных областях количество хлорофилла ничтожно.

В далеком будущем человечеству придется позаботиться о максимальном использовании солнечной энергии, падающей на поверхность земли, для фотосинтеза. А для этого необходимо будет всю планету — и сушу и моря — покрыть слоем хлорофилла. Явится ли искусственным фотосинтез или биологическим — без хлорофилла не обойтись, и планета наша станет зеленой.

Белые растения

Среди крепких зеленых всходов кукурузы иногда встречаются светло-желтые или почти белые растения. Они скоро отстают в росте от других, а затем дают один-два листка и погибают. Это тяжелобольные растения — альбиносы. В них отсутствует зеленый пигмент — хлорофилл. Растение-альбинос живет, пока не исчерпает запасы питательных веществ из семени, а затем умирает.

Альбиносы можно встретить в посевах подсолнуха, сои, среди декоративных и дикорастущих растений. Ученых очень интересуют эти растения. Ведь исследуя их, выясняя причины альбинизма, можно больше узнать о тайнах хлорофилла и фотосинтеза. Оказалось, что альбинизм бывает у растений «простуженных», у тех, которые не получают необходимых питательных веществ из почвы, или пораженных грибковыми заболеваниями. Но чаще всего альбинизм вызывается серьезным расстройством обмена веществ. Удалось вырастить альбиносы на искусственном питательном растворе и даже получить от них семена. Опыт производили с подсолнухом и соей. У этих растений альбинизм оказался наследственным: из их семян также вырастали альбиносы.

Еще более часты в природе явления частичного альбинизма. Окраску теряет не все растение, а только отдельные его части, поэтому оно может жить. Примерами частичного альбинизма, или «мозаики», являются многочисленные растения, у которых на зеленом фоне листьев кое-где разбросаны белые или желтые пятна. У некоторых эти пятна образуют более или менее пра-

вильный красивый узор. Это — известная аюкуба японская, пестролистные формы серебристого и ясенелистного кленов, пеларгония зональная. У многих из них пестролистность наследственная, но иногда она не передается потомству, и поэтому эти растения размножают вегетативно — прививками, черенками.

Довольно распространено у нас комнатное растение аспидистра. Обычно у нее ровные темно-зеленые листья, но если ее выращивать при очень ярком освещении, то появляющиеся листья будут рябенькими или полосатыми. При недостаточном освещении полосатые листья аспидистры снова окрашиваются в темно-зеленый цвет. Дело в том, что при сильном освещении это растение сбрасывает лишний хлорофилл, потому и небольшого количества пигмента ему достаточно, чтобы обеспечить необходимый фотосинтез. Это интересное растение происходит из Индии; его название означает «показывает путь змее», — наверное, потому, что змеи, проползая через его заросли, раскачивают широкие листья на довольно тонком черешке. Аспидистра знаменита также тем, что содержит почти рекордное количество хлорофилла — свыше 4 г в одном килограмме сухих листьев. Только в листьях дерева какао хлорофилла больше.

Белые или желтые ткани листа не способны к фотосинтезу. Желтая окраска обусловлена пигментом каротином, который фотосинтезу помогает, но сам непосредственно осуществлять его не может. Питательные вещества в эти ткани поступают из соседних зеленых клеток.

Каково же биологическое значение альбинизма? Растения-паразиты — грибы, повилика, заразиха и другие — являются альбиносами, потому что полностью

обходятся без фотосинтеза, питаюсь за счет других растений. Во многих случаях альбинизм — это заболевание, либо временное, как у «простуженной» кукурузы, либо совсем неизлечимое, но во всех случаях вредное для растений. Человек использует альбинизм для того, чтобы создавать новые красивые формы растений, исследовать в них важные биохимические процессы.

Цветочные часы

Наблюдая за цветами, можно заметить, что они распускаются неодновременно. Например, тюльпаны раскрывают свои лепестки днем, а ночью закрывают их. Золотистые корзинки одуванчиков в солнечный полдень сияют среди зеленой травы, а посмотрите на луг под вечер или в пасмурную погоду: куда только девались цветы, как будто кто-то их старательно посрывал. Цветы левкоев открыты все время, однако запах их слышен в воздухе только после захода солнца. Лишь недавно поняли, почему это происходит. Оказалось, цветы приспособились к образу жизни тех насекомых, которые их опыляют. Пока насекомые спят — цветы закрыты: зачем напрасно расходовать манящие душистые вещества!

Эту особенность заметил прославленный шведский ботаник К. Линней. Он посадил в цветнике растения, которые в течение дня последовательно, одно за другим расцветали и достаточно точно показывали время. Вот эти цветочные часы Линнея (для 60° северной широты).

Цветы раскрываются:

в 3—5 час. — козлородник луговой;

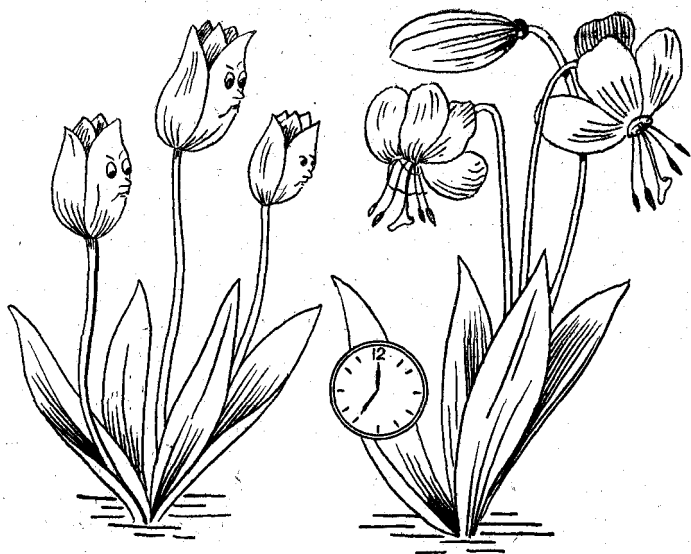
в 4—5 час. — цикорий дикий;

- в 5 час. — красоднев рыжеватый, желтый осот огородный;
- в 5—6 час. — одуванчик обыкновенный;
- в 6 час. — ястребинка зонтичная, пазник пятнистый;
- в 6—7 час. — ястребинка стенная, ястребинка волосистая, желтый осот полевой;
- в 7 час. — венечник разветвленный, латук посевной (салат), кувшинка белая;
- в 8 час. — очный цвет полевой, туника проросшая;
- в 9—10 час. — ноготки полевые, торичник красный.

Цветы закрываются:

- в 8—10 час. — одуванчик обыкновенный;
- в 9—10 час. — козлобородник луговой;
- в 10 час. — цикорий дикий, латук посевной (салат), осот желтый полевой;
- в 11—12 час. — осот желтый огородный;
- в 12 час. — ноготки полевые;
- в 13 час. — туника проросшая;
- в 14 час. — ястребинка стенная;
- в 14—15 час. — торичник красный;
- в 15—16 час. — венечник разветвленный, ястребинка волосистая;
- в 16—17 час. — пазник пятнистый;
- в 17 час. — ястребинка зонтичная, кувшинка белая;
- в 19—20 час. — красоднев рыжеватый.

Продолжительность цветения отдельных цветов у различных растений колеблется от нескольких часов до месяцев. Например, однодневные цветы гибискуса (его еще называют китайской розой) цветут всего три часа,



Цветочные «часы».

Роснянки и торицы — пять часов, кислицы — семь-восемь часов, березки и портулака — десять часов. Многодневные цветы герани луговой, мака, шиповника, горчицы полевой цветут два дня, жимолости — три дня, наперстянки и пеларгонии — шесть-семь дней, цикламена и шафрана — десять — двенадцать дней, клюквы — восемнадцать дней, а тропических орхидей — 30—135 дней. Рост пылевых трубок у некоторых орхидей продолжается в течение пяти — семи месяцев.

Лепестки чаще всего раскрываются под влиянием света или темноты. Например, цветы южного растения

луноцвета и ослинника золотистого раскрываются только в полной темноте. Именно поэтому сотрудники Ростовской студии кинохроники никак не могли заснять на кинолентку чудесный момент их цветения. Стоило только включить юпитеры, как лепестки, которые начинали раскрываться, тотчас плотно закрывались.

На цветение растений влияют не только свет или темнота. Некоторые цветы распускаются в теплом воздухе, другие — во влажном.

Но выделение сладкого сока — нектара — и аромата, которые привлекают насекомых, чаще всего зависит не от внешних условий, а подчиняется внутренним, эндогенным ритмам, биологическим часам.

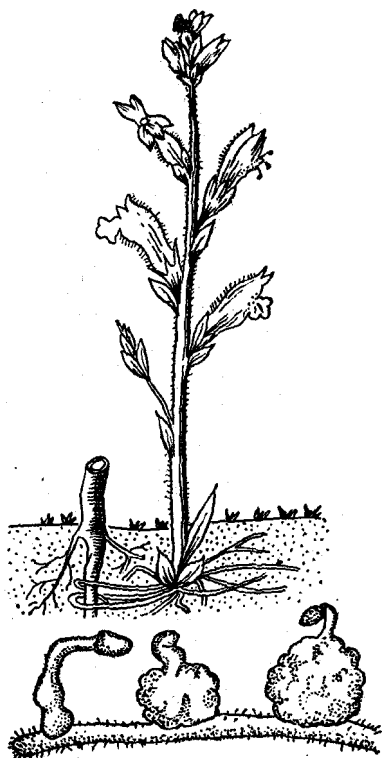
Начало июня

Летит пух. Тысячи, нет, миллионы легких пушистых перышек с тополя беспорядочно снуют в воздухе, щекочут лицо, сбиваются пушистым ковром по углам дворов. Поднесешь зажженную спичку — вспыхнет синим пламенем и сгорит стайка хлопковидных шариков. Начинается июнь. Проходят дни, недели, а семена тополя все еще кружатся в воздухе. Понятно: одно дерево дает 20—30 миллионов семян! Каждое семя окружено сотнями тонких ворсинок, которые образуют как бы легкий воздушный шарик. Ветер подхватывает шарик и уносит его на тысячи метров от материнского растения. Наконец семечко где-то падает и, если находит необходимые условия, прорастает. Но это происходит очень редко, почти все семена погибают.

Вам, наверное, не раз приходилось держать в руке невесомые тополиные семена. Из такого крохотного се-

мечка и росточек появляется небольшой. Он не может противостоять жаре, ветру, непогоде. Только при исключительно благоприятных условиях превратится он в полноценное растение. Вот почему эти деревья вынуждены давать миллионы семян. Пусть десятки миллионов погибнут, но какое-то одно растение выживет, и род тополиный будет продолжен. В лесоводстве тополь размножают преимущественно черенками, а если возникает необходимость получить растение из семян, в хорошо распушенную грядку втыкают ветку, семена с которой осыпаются и рассеиваются сами. Посеять их иначе невозможно.

Наибольшее количество семян образуют, наконец, растения-паразиты из рода заразих, которые приспособились жить на корнях подсолнуха, конопли и других растений. Плоды-коробочки взрослых экземпляров плотно набиты желтоватой пылью — семенами, настолько мелкими,



Заразиха.

что отдельное семя трудно увидеть невооруженным глазом.

Обыкновенные сорняки и большинство дикорастущих однолетних растений дают от нескольких десятков тысяч до миллиона семян на одно растение. Это колоссальный коэффициент размножения. От культурных же растений обыкновенно получают урожай сам-десять, редко сам-сто (то есть на одно высеянное семя приходится соответственно десять или сто новых). Не замеченная во время прополки марь или щирица к осени развивается во взрослое растение, которое на несколько лет оставит в почве свои семена.

Сделано много расчетов — начало им положил еще Ч. Дарвин, — которые показывают, что если бы не погибали семена и молодые ростки и какое-либо растение размножалось в геометрической прогрессии, то оно за очень короткое время заполнило бы все пригодные для него места на нашей планете.

Взрывы жизни

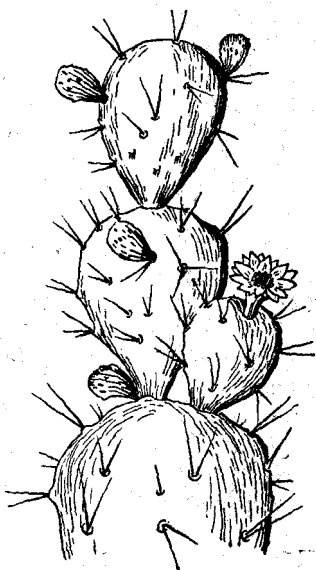
Временами, когда биологическое равновесие, существующее в природе, нарушается, отдельные виды растений начинают размножаться со сказочной быстротой.

В начале прошлого столетия в Восточную Австралию из Америки была завезена для создания живых изгородей вокруг овечьих выпасов опунция безостая — колючее растение из семьи кактусовых. Попав в новые, очень благоприятные условия, где ничто не мешало ее росту, опунция начала размножаться с катастрофической быстротой. В 1925 г. она расселилась уже на 24 мил-

лионах акров земли, причем в течение последних десяти лет темпы ее продвижения составляли в среднем около 2 тыс. акров за день. До 1933 г. в Квинсленде осталось только 9 миллионов акров земли, пригодной для сельскохозяйственного использования. Необходима была решительная борьба с опунцией. От выкорчевывания или использования химических средств борьбы с ней пришлось отказаться: это обошлось бы слишком дорого — в 2 миллиарда долларов. Решили применить биологический метод борьбы. Из Аргентины привезли мотылька — вредителя опунции, и уже в 1935 г. заросли ее были уничтожены.

В Соединенных Штатах Америки с 1940 г. начал распространяться новый агрессивный сорняк — камфарная трава. Только за семь лет (1955—1961) территория, которую он захватил, увеличилась с 1500 до 8000 квадратных миль. Камфарная трава и сейчас продолжает очень быстро распространяться в штатах Джорджия и Южная Каролина.

На Украине, особенно после Великой Отечественной войны, начали размножаться многочисленные новые виды сорняков, занесенные оккупантами. В южных областях расселилась и даже вытесняет местные сорняки амброзия полыне-



Опунция.

лиственная; много неприятностей работникам сельского хозяйства доставляет горчак розовый. Повсеместно встречаются мелколепестник канадский, галинсога, дурнишник — колючий репяшок, которые уже довольно давно были занесены к нам из Америки. Новые виды чаще всего появляются около портовых сооружений, железных дорог, затем проникают на огороды, свалки, кюветы по обочинам дорог. Здесь они акклиматизируются и начинают наступление на поля.

Борьба с подобными «эпидемиями» вредных растений требует огромных средств и усилий. Как мы видели на примере опунции, наиболее надежным и эффективным является применение биологического метода — разведение биологического антагониста опасного растения. Однако не всегда легко можно найти такой антагонист.

Дорога в жизнь

У преимущественного большинства растений подобных «эпидемий» не бывает. Из огромного количества семян только незначительный процент прорастает и дает начало новым растениям.

Возьмем знакомую всем ель. В еловых лесах, исследованных ленинградским ботаником В. Г. Карповым, в урожайные годы на гектар выпадает 7,5—11 миллионов семян. Однако количество семян, которые дают начало новым поколениям деревьев, не превышает 1 процента, а иногда бывает ниже 0,2 процента. Часть их вообще не успевает попасть в почву. В среднем 43 процента семян ели уничтожают белки, 38 процентов — дятлы и клесты, и только 19 процентов падает на землю, при

этом значительную долю их поедают грызуны. Множество опавших семян не прорастает потому, что попадает в неблагоприятные условия, например, заводится в пушистом слое лесной подстилки, задерживается на травах и мхах. Различна судьба даже тех семян, которые взойшли. Всходы становятся добычей насекомых, моллюсков, грызунов, их силы подтачивают грибковые заболевания, а главное — глушат их мощные деревья с хорошо развитыми корневой системой и кронами. По данным В. Г. Карпова, 60,5 процента четырехлетних всходов погибает. Академик В. Ф. Сухачев подсчитал, что из миллиона всходов ели на одном гектаре до двадцатилетнего возраста доживает около 7500 деревьев, а до 120-летнего — только 450. Как видим, много невзгод поджидает на каждом шагу семя ели, ее сеянец, а со временем и молодое дерево.

Однако существуют растения, которым не приходится так самоотверженно отстаивать свое право на жизнь. Они производят относительно мало плодов, зато хорошо обеспечивают будущее их прорастание. Есть немало так называемых живородящих видов, у которых прорастание и рост растений начинаются еще на материнском экземпляре. Вдоль берегов тропических морей, на солончаковых топких местах тянутся своеобразные заросли мангровых деревьев. Одна из их особенностей заключается в том, что семена у них прорастают еще на ветвях дерева. Вырастает немалый саженец, готовое деревцо с острым, наподобие копья, корнем. В определенный момент саженец отрывается, веточки с листьями служат ему стабилизатором, а тяжелый острый корень глубоко втыкается в илистую почву. Другое растение, земляной орех, закапывает свои плоды в землю. Плоды кокосовой и сейшельской пальм обеспечены

большими запасами питательных веществ. Сотни других видов выработали очень сложные и хитроумные приспособления для перенесения и посева плодов при помощи ветра, насекомых, птиц, зверей, потоков воды; даже шины автотранспорта содействуют иногда расселению некоторых пустынных растений.

«Ой не цвети буйным цветом, зеленый катран!»

Многие слышали или сами пели эту старинную украинскую песню, но, наверное, далеко не все видели чудесного представителя украинской флоры — катран (крамбе) татарский. Это многолетнее растение с длинным стержневым корнем огромными шароподобными кустами растет исключительно на целинных, никогда не паханных землях. Кусты катрана, усыпанные тысячами белых крестообразных четырехлепестковых цветков (катран из семейства крестоцветных), в начале июня обильно покрывают степь, так что и зелени не видно. Над степью проплывают величаво, как лебеди, кучевые облака, а катран — словно зеркальное отражение их на земле. Привлеченные медовым ароматом, над белой кипенью цветов неумолчно жужжат пчелы. Молодые побеги растений своим вкусом напоминают не то спаржу, не то редис, а корень — хрен; в Крыму, где настоящий хрен не растет, вместо него употребляют в пищу корни катрана коктебельского — близкого сородича красавца наших украинских степей.

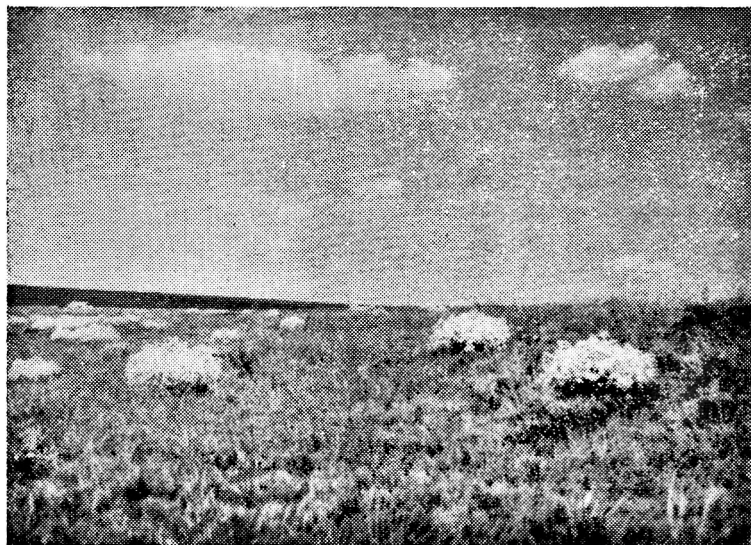
Почти все представители рода катранов — их выше трех десятков видов — статные многолетние расте-

ния. Они дают большую наземную массу, а толстый корень, который глубоко врастает в землю, содержит очень много питательных веществ, благодаря чему листья катрана после скашивания быстро отрастают.

Наиболее пригодным для выращивания на корм скоту оказался катран сердцелистный — он отрастает уже во второй половине апреля, дает самый ранний зеленый корм, а всего за сезон его можно скашивать около шести раз.

Семена всех видов катрана содержат много питательных масел — до 38—45 процентов. Поэтому однолетний катран абиссинский в северо-западных районах нашей страны выращивают как ценную масличную культуру.

Интересной особенностью катрана является то, что вместо длинного стручка, как это свойственно большинству крестоцветных, он образует двухгнездовой стручок, в котором позже развивается только одно семя. В стенках круглого, как орешек, плода мы нашли довольно сильный ингибитор. Это вещество, которое по своим особенностям подобно сложной аминокислоте, задерживает прорастание семян, рост корней, стебля и листьев не только самого катрана, но и любого иного растения. Если плодик катрана размером с горошинку черного перца попадет в чашку Петри, в которой проращивают семена других растений, развитие их прекратится. Подобные вещества содержатся также в плодах томатов, тыквы, арбузов, дынь и т. д. Накапливаясь, тормозящие вещества не позволяют прорасти семенам внутри плодов. Но задержка прорастания семян в нежелательное с биологической точки зрения время — не единственное назначение тормозящего вещества. Природные вещества довольно часто бывают поливалент-



Цветение катрана (крамбе) татарского в степи.

ными, то есть выполняют много разных функций. Так и ингибитор. Находясь внутри семени, он задерживает его прорастание. После перезимовки значительная часть ингибитора выщелачивается водой во внешнюю среду. И вот, попав в почву, он начинает выполнять свою вторую функцию: угнетает прорастание семян других растений, развитие их корней и побегов, расчищает место для всходов катрана.

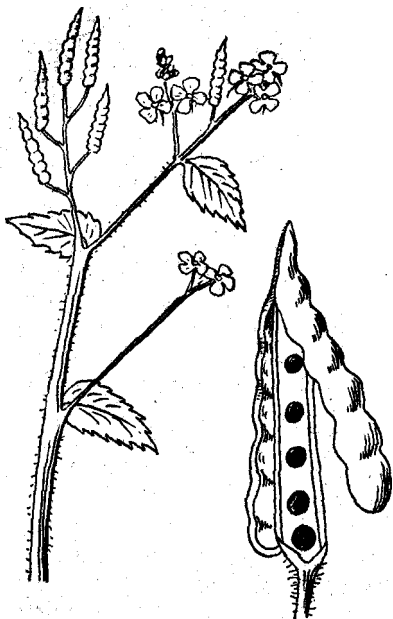
Именно этим и объясняется способность катрана расти на задернованных, полностью заселенных почвах целинных степей. Ингибитор этого растения хорошо при-

способился к выполнению своей роли. Он очень стойкий: нагревание до 260°C , промораживание, кипячение, действие кислот и щелочей не причиняют ему вреда. Даже гниение в продолжение пяти месяцев не уменьшает заметно его физиологической активности (заметим, что, если гниение происходит в бескислородной камере, через две недели от ингибитора не остается и следа). Ингибитор почти не поглощается степными черноземами, где растет катран, и очень сильно адсорбируется иными типами почв. А это весьма существенно для влияния на другие растения: если бы ингибитор активно поглощался почвой, его действие было бы непродолжительным.

Ингибитор катрана действует подобно гербициду — высокие концентрации его уничтожают растения, а слабые, наоборот, стимулируют их развитие. У редиса, ячменя, салата и других растений, которые мы поливали очень слабым раствором неочищенного ингибитора (к тому же на дерново-подзолистой почве, хорошо поглощающей излишки тормозящих веществ), корни росли почти так же, как и у контрольных растений, а листья и стебли оказались в полтора—два раза большими; растения были здоровыми, с высоким содержанием белка и хлорофилла.

Клювик горчицы

Горчица полевая — довольно распространенный на Украине сорняк, который часто неправильно называют сурепкой, — имеет одно характерное приспособление для размножения. После созревания семян длинные стручки горчицы раскрываются, и семена высыпаются



Горчица.

на землю. Часть их — несколько процентов — способна немедленно прорасти. Однако большинство приобретает такую способность только после перезимовки в поле. Промораживание и набухание в воде устраняют так называемый послеуборочный покой, и, как только наступят соответствующие условия, все семена могут прорасти.

В каждом стручке есть клювик, содержащий только одно семечко. Этот клювик не раскрывается. Семечко, находящееся в нем, прорасти не сможет, пока клювик не сгниет

в почве, а это происходит где-то через два—четыре года. Таким образом, горчица рассеивает как бы несколько сортов семян, которые прорастают в различные сроки. Поэтому так трудно избавиться от нее на полях.

Подобные клювики имеются и у других видов горчицы, а также у различных растений, которые «консервируют» свои семена в плодах, не позволяя им сразу прорасти. У редкого среднеазиатского растения недзведски семиреченской трехгранные коробочки после со-

зрелания раскрываются примерно на одну треть, и из них высыпается немного семян. На второй год они раскрываются шире, и из них выпадает еще одна порция содержимого. И только на третий или четвертый год высеваются все семена. Мы исследовали ткани коробочек этого растения, и оказалось, что они содержат сильное тормозящее вещество, которое не позволяет семенам прорасти внутри плода.

Такая приспособляемость сложилась эволюционно. Представьте себе, что все семена проросли одновременно. Тогда в случае какого-либо стихийного бедствия погибли бы все поколения растения, и жизнь вида прекратилась бы. Если же у растения растянутый период прорастания семян, часть их (пусть даже большинство и погибнет) переживет неблагоприятное время, и вид в целом будет существовать и распространяться.

Коварные семянки

Наверное, каждый видел воспетый в народных песнях ковыль. Вспомнишь о нем, и возникают в воображении седоголовые странствующие певцы — кобзари, поросшие мхом крепости, а вокруг — шелковые пряди растений удивительной красоты, которые шумят, колышутся под дыханием непокорного степного ветра.

Но, наверное, не всем известно, что семена ковыля могут причинять немалый вред. Стоит неопытному чабану выгнать отару овец на пастбище, засоренное созревшим ковылем, — и животные начинают погибать. Сотни острых колючек запутываются в шерсти, прокалывают кожу и, ввинчиваясь в тело подобно самоход-

ным бурам, пронизывают мышцы, попадают в кровеносные сосуды, желудок, сердце.

Надеюсь, что это неприятное обстоятельство не уменьшит уважения к ковылю. Ведь он когда-то пред-

Семянка ковыля:

а—закрученная часть
ости; б — острая се-
мянка.



ставлял основу травостоя украинских степей; знаменитые на весь мир черноземы образовались именно под таким травяным покровом, где шумел, переливался под све-

жим ветром ковыль-тырса. А муки и смерть животных никакой биологической пользы растению не приносят. Трва молодого ковыля довольно питательна, а когда его семянки начинают созревать, скот необходимо выпасать в другом месте.

Безжалостные семянки, о которых мы рассказали,— обыкновенное биологическое приспособление к размножению. Заостренные, как шило, с одного конца, они несут на другом завитую в штопор и согнутую под прямым углом ворсистую ость. Ветер колышет шелковистые ости ковыля, отрывает семянки одну за другой и разносит их по степи. Во время полета шелковистая легонькая ость слу-

жит семянке и парашютом и одновременно стабилизатором, а потому семянка всегда падает на землю острым концом книзу и вонзается в почву. После дождя или росы набухший стержень ости начи-

нает раскручиваться. При этом загнутая под прямым углом верхняя часть ее цепляется за траву и служит рычагом, а острая семянка, подобно сверлу, ввинчивается в почву. Когда ость полностью раскрутится, ее верхняя часть, флажок, устанавливается прямо и отцепляется от травы. Днем, когда ость подсохнет, она снова закручивается, но ее флажок свободно плавает в воздухе, и поэтому семя не вывинчивается из земли. После того как ость полностью высохнет, флажок снова согнется под прямым углом. При новом набухании все повторяется в том же порядке. Так постепенно семянка ковыля сама себя высевает и заделывает в почву на нужную глубину, которая определяется просто: там, где слой почвы имеет более или менее постоянную влажность, ость перестает закручиваться и раскручиваться, и семянка останется лежать, пока не наступит время для ее прорастания.

Еще одна загадка семени

Казалось бы, немного нужно семени для того, чтобы оно проросло — вода, тепло, небольшое количество кислорода. Однако на самом деле это не так. Положите, скажем, семена рыжика мелкоплодного на увлажненную фильтровальную бумагу, оставьте их в темноте — и через один-два дня появятся обильные всходы. Но высейте эти же семена в освещенном помещении или на открытом воздухе, — они так и останутся лежать, не прорастая.

Не желают прорасти на свету и семена многих других, так называемых темновсхожих растений. Лучи красного, инфракрасного или синего света угнетают по-

явление всходов у фацелии, клоповника, вероники персидской, крупковидной кардари, тыквы, косогорника красного, каланхоэ, немofilы, представителей семейства ширицевых.

Дело в том, что семенам очень часто невыгодно прорасти на открытой поверхности почвы. Пусть будет влага от недавно выпавшего дождя, пусть будет тепло, однако прорасти семенам биологически нецелесообразно. Вода быстро впитается глубже в почву или высохнет — и молодой побег, не успев закрепиться корешком, погибнет.

Как же может семя узнать, где оно находится — в почве или на ее поверхности? Сигнал об этом дает ему свет. Вот почему, когда на семена падает свет, они не прорастают: свет сигнализирует им о том, что они находятся на поверхности почвы и прорасти в этих условиях нецелесообразно.

Не только семена диких растений реагируют на свет. Такая «привычка» осталась и у семян многих культурных растений: в темноте они ускоряют прорастание.

Есть, однако, семена, которые не реагируют ни на свет, ни на темноту. Скажем, у подсолнуха. Его грубое, непрозрачное (особенно черное) семечко не пропускает свет к зародышу, поэтому оно прорастает с одинаковой быстротой и в темноте, и на свету. Но бывают растения с противоположными требованиями. Их называют световсхожими. Семена их прорастают только на свету. Это полупаразитное растение: омела, табак, латук посевной, латук дикий, череда, дарбенник иволистный, гваюла и другие виды, в семенах которых, между прочим, содержится мало жира. Приспособление этой группы растений к световсхожести также имеет биологическое объяснение. Семена омелы прорастают на вет-

вах деревьев, следовательно, на свету. Другие растения в большинстве случаев происходят из чрезмерно увлажненных мест или болот, их семена должны прорасти на поверхности почвы, следовательно, при свете.

Есть виды, у которых отношение к свету меняется в течение года. Например, семена мятлика лугового, лютика ядовитого, хлориса сразу же после созревания (в конце лета) лучше прорастают на свету, а после перезимовки — в темноте. Условия прорастания весной и осенью различные, и подобное приспособление с биологической точки зрения кажется очень целесообразным.

Некоторые растения требуют для прорастания даже определенное соотношение дня и ночи. Так, семена березы «любят» продолжительный день, а немophilы — наоборот. Семена полевицы еще более требовательны: для того чтобы они проросли, их необходимо продержать в воде сначала 36 часов при условии полной темноты, а затем еще 12 часов на свету.

Чтобы приостановить прорастание темновсхожих семян, их необходимо все время облучать. Иногда бывает достаточным один раз в сутки освещать их в течение 50 минут белыми или невидимыми инфракрасными лучами, и они неделями будут лежать в темноте, не давая всходов.

Биологический смысл этого приспособления понятен, однако биохимические механизмы, лежащие в основе светочувствительности семян, пока еще недостаточно выяснены.

Неодинаковая реакция семян на свет различных частей спектра наталкивает ученых на мысль, что свет каким-то образом влияет на хлорофилл и каротин, содержащиеся в семенах. Биохимическая реакция сложна. Вначале на прорастание влияют красные и инфракрас-

ные лучи. Это действие объясняется следующим образом. Красный свет активирует специальный фермент фитохром, который как бы запускает в действие остальные ферменты, необходимые для прорастания семян, инфракрасный свет снова возвращает фитохром в неактивную форму. На конечной стадии прорастания сильнее влияет синий свет, который оказывает действие на другие биохимические системы. В процессах, активируемых синим светом, кроме пигментов и фитохрома, принимают участие и ростовые вещества. Это подтверждается тем, что гибберелловая кислота способна заменить действие света и вызвать появление всходов при таком освещении, которое обычно исключает их прорастание. Тиамин и некоторые химические красители тоже могут заменять действие света, если ими обработать семена в темноте.

За солнцем

На большинстве языков мира подсолнух называют солнечным цветком. И не без основания. Дело в том, что это растение имеет удивительную способность — оно поворачивается за солнцем. Правда, подсолнух изменяет себе: когда он расцветает, его корзинки смотрят целый день в основном в одну сторону, на восток, с достаточно определенным для каждого сорта азимутом. А вот молодые растения подсолнуха, у которых сверху имеется только почка и верхушечная розетка листьев, дружно встречают наклоненными головками восход солнца и весь день следуют за ним, поворачиваясь подобно локаторам. Прощаясь с дневным светилom, склоняются розетки к западу. Ночью они отдыхают от своего «подхалимства»: одни стоят прямо, другие

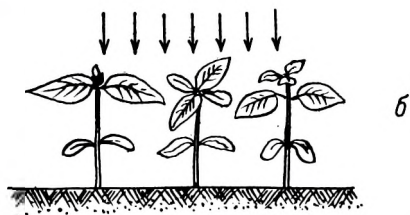
склонились в разные стороны. Но вот заиграли розовые лучи на востоке, и все подсолнухи выстроились встречать новый день своей жизни.

Такое ориентирование растений на солнце называется гелиотропизмом. Оно свойственно не только подсолнуху, но и многим другим растениям. Особенно хорошо это явление наблюдается перед заходом солнца: растения поворачивают свои листья почти вертикально, чтобы поймать как можно больше последних лучей. Охотников за лучами можно сразу заметить. Это, например, распространенные сорняки — просвирняки, дурнишник, щирица. Очевидно, феномен гелиотропизма объясняется потребностью растений получать максимальное количество прямых солнечных лучей.

Бывают и противоположные случаи, когда растения стараются избежать чрезвычайно сильного освещения. Житель Австралии эвкалипт располагает свои саблевидные листья так, чтобы лучи солнца только скользили по ним. Леса из этих деревьев называют «лесами без тени». Это тоже пример гелиотропизма, но уже отрицательного.

Явление, когда растение тянется к свету или от него, называется фототропизмом. Если росток рапса закрепить в пробковом поплавке, чтобы он свободно плавал в воде, и дать освещение сбоку, стебелек изогнется к источнику света, а корешок — в противоположную сторону. Гелиотропизм является частным случаем фототропизма. Если гелиотропические растения растут в тени, они поворачивают свои листья не за солнцем, а в ту сторону неба, откуда на них падает больше света.

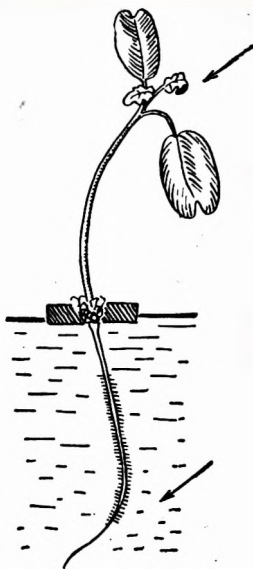
Ростовые движения растений объясняются неравномерным ростом стебля. Если одна сторона стебля будет расти быстрее, а противоположная медленнее, то



Гелиотропизм подсолнуха:

а — утром; *б* — в полдень; *в* — вечером; *г* — ночью.

он изогнется в ту сторону, где рост был меньшим. Этим часто и объясняют фототропизм: свет, мол, задерживает рост стебля с фронтальной части, а противоположная, неосвещенная сторона, наоборот, вытягивается сильнее,— вот стебель и наклоняется к источнику света. Звучит такое объяснение достаточно убедительно. Однако всегда следует помнить, что растение — это живой организм с довольно сложными механизмами реакции на внешнее окружение. В результате многовекового природного отбора фототропизм достиг высокой степени совершенства, представляет собой комплексную реакцию, в которой принимают участие и ростовые, и пластические вещества, и в первую очередь — раздражимость живой протоплазмы, изменение ее проницаемости, коллоидных и электрических свойств. Изгибаться стебель может и вследствие обыкновенного неравномерного роста, и в результате неравномерного набухания и отдачи воды клеткам. Изгибание стебля подсолнуха наблюдается в молодой части под розеткой листа, а раздражение воспринимается самой розеткой. Таким образом, здесь мы имеем пример простой рефлекторной дуги у растений, пример прямой и обратной связи между рецептором и исполнительным органом.



Положительный фототропизм стебля и отрицательный фототропизм корня у ростка рапса, плавающего с пробкой в воде.

Изучение этих движений у растений представляет интерес для бионики — науки, которая помогает людям использовать изобретения природы для своих нужд. Многие приборы и промышленные установки, работающие на солнечной энергии, должны настраиваться на солнце, и принципы, заимствованные у природы, у растений, могли бы здесь пригодиться.

Проведите такие опыты:

1. При помощи компаса определите, в какую сторону «смотрят» 20—30 соцветий утром, в полдень и перед заходом солнца.

2. Затемните молодые растения с юга каким-нибудь экраном, например листом фанеры; проследите, в каком направлении будут ориентироваться верхушки и розетки листьев подсолнуха в отличие от незатемненных растений.

3. Затемните стебель каким-нибудь темным материалом (чтобы он мог сгибаться), а верхушечную розетку оставьте освещенной. Этот опыт показывает, что световое раздражение воспринимается листьями, а реакция (изгиб) осуществляется в стебле.

Второе цветение

«На утро заметили одно необычайное явление: этой ночью боярышник, который обычно расцветал весной и терял в июне ароматный свой наряд, расцвел еще раз. Католики признали это чудом, разнесли известие о нем по городу и, сделав бога своим союзником, организовали церковный ход с крестами и хоругвями к «Гробнице невинно убиенных», где внезапно зацвел боярышник. Это будто бы небесное благословение подо-

грело пыл убийц. И в то время, когда весь город, каждая улица, каждая площадь, каждый перекресток становились ареной убийства, Лувр уже стал братской мо-

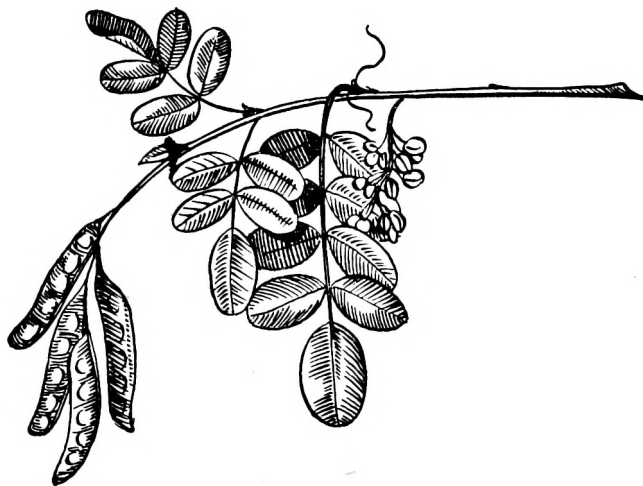


Второе цветение вишни.

гилой всех протестантов, которые находились там в момент сигнала...»

Этот короткий отрывок из романа А. Дюма «Королева Марго» показывает, как взволновало необычайное явление природы темных, необразованных людей и как хитро использовали его духовенство и королевская знать, чтобы прикрыть и узаконить именем бога ужасные злодеяния в Париже в ночь с 23 на 24 августа 1572 года накануне дня святого Варфоломея. Герцоги Гизы вместе с королевой-матерью Екатериной Медичи, не желая допустить политического усиления гугенотов (протестантов), организовали кровавую резню, которая вошла в историю под названием Варфоломеевской ночи.

И сейчас еще кое-где существует поверье, что если около дома вторично зацветет вишня, он сгорит от пожара. Но это, конечно, вымысел. Мне приходилось наблюдать повторное цветение вишен около сгоревшего дома, но не вишня была причиной пожара, а, наоборот, пожар, опалив ветки дерева, заставил его зацвести вторично.



Второе цветение золотого дождя.

Повторное цветение растений — явление нередко. При внимательном наблюдении его можно заметить у разных растений во второй половине лета и осенью. Достаточно часто, например, появляются цветущие кисти на белой акации, калине, рябине, бузине, золотом дожде. Внимательный человек найдет повторные цветы на яблонях, грушах, грецком орехе. Часто повторно зацветает ромашка непахучая, клевер, лен и многие другие травянистые растения. Окончив свой цикл развития и дав семена, они, после наступления теплой дождливой осени, начинают отрастать от спящих почек и могут принести вполне нормальные плоды. Повторное цветение белой, фиолетовой и клейкой акаций может дать

достаточно богатый медосбор. Вишня, которая вторично цветет в течение всего лета, как это было, например, на Киевщине в 1952 г., дает свежие ягоды вплоть до сентября и даже октября. В 1963 г. на Тамбовщине в ноябре было необычно тепло. В Рассказовском районе деревья обновили листья, а на приусадебном участке колхозника И. Анисимова из сельхозартели «Дружба» в начале октября зацвела и дала потом ягоды малина.

Причины несвоевременного цветения растений различны. Ранняя весенняя засуха или поздние заморозки, которые могли помешать нормальному развитию, вызывают протяженное во времени цветение. Градобой, уничтожение листьев гусеницей, обламывание веток и другие повреждения растений также часто могут быть причиной повторного цветения. При наступлении необычно холодной погоды летом или, наоборот, довольно жаркой осени растения бывают как бы обмануты, принимая лето или осень за весну, и начинают цвести.

Случаи повторного цветения очень интересны для науки, они позволяют найти те условия, которые вызывают переход ко второму цветению. А управление цветением и плодоношением растений очень важно с практической точки зрения. Взять хотя бы наши вишни, черешни, клубнику или другие ягодные растения. Отцветши в апреле—мае, они дают плоды в июне—июле и несколько месяцев без пользы занимают место. Конечно, они в это время запасают питательные вещества для зимовки и будущего урожая, однако известно, что для создания таких запасов много времени не нужно. Эти растения могли бы плодоносить более интенсивно. Способность ко вторичному, а точнее растянутому во времени цветению позволит решить эту проблему. Селекционерам удалось вывести сорта так называемой ремон-



Второе цветение клубники.

тантной, то есть все лето цветущей клубники, постоянно цветущих роз. Вполне возможно вывести ремонтантные сорта вишен, абрикосов, персиков, слив, малины, смородины.

Интересная сторона жизни растений раскрывается при повторном цветении травянистых, в большинстве своем однолетних растений. Как-то мы выращивали в водной культуре на питательном растворе ряд одно-

летних и многолетних сорняков. Нам необходимо было исследовать состав их корневых выделений, что мы и сделали, а растения оставили, чтобы увидеть дальнейшее их развитие. Они получали в достаточном количестве воду, питательные вещества, свет, тепло, росли хорошо и обильно зацвели. После того как в цветках образовалась завязь семян, стебли начали усыхать, листья пожелтели и отмерли, растения почти погибли. Но вот семена созрели, и из спящих почек начали развиваться новые побеги. Растения покрылись листьями, появились новые цветы. Возникает вопрос: для чего растениям пужно было почти умереть, а затем оживать, распускать листья, отращивать стебли?

Это явление объясняется законами корреляции (взаимозависимости) и доминирования определенных

органов у растений. В течение всей жизни растения те или иные органы доминируют, то есть вся жизнедеятельность остальных органов направлена в первую очередь на наиболее полное обеспечение условий для развития этих важнейших органов. В начале роста доминирует верхняя почка, затем верхние молодые листья. В это время основная часть питательных веществ и ассимилятов, или продуктов фотосинтеза, поступает в эти органы. Идет перекачивание веществ из менее важных в более важные органы. Если есть несколько почек, между ними устанавливается строгая подчиненность: расположенная выше — главная, чем ниже расположены почки, тем меньше они получают питания, а самые нижние, около основы стебля, не получают ничего и вынуждены «спать». Если погибнет почему-либо верхняя почка, доминантной автоматически становится следующая за ней, и т. д. Когда появляются цветы или плоды, они становятся главными доминантами, для удовлетворения их потребностей мобилизуются все внутренние резервы растений. Из остальных органов «под метлу» забираются все необходимые для развития семян матерналы. Вот почему растение истощается во время созревания плодов. Есть большая группа так называемых монокарпических растений, которые цветут только один раз в жизни, после чего погибают.

Нетрудно понять, какое большое значение в жизни растений имеет коррелятивное регулирование отношений между отдельными органами. Благодаря ему растения сохраняют всегда определенную, свойственную им форму. Ведь если бы не было корреляции, каждый орган рос и развивался бы, как ему заблагорассудится, и растения вырастали бы причудливыми, не имели бы постоянной, свойственной им формы и внешнего вида.

Растения всегда мобилизуют все свои ресурсы, чтобы образовать нормальные семена. Даже в случае очень неблагоприятных условий, когда растение в десятки раз меньше своих обычных размеров, на нем созревают почти нормальные семена.

Еще и сейчас вопрос о корреляции и доминировании содержит много загадок. Какие механизмы осуществляют эту регуляцию внутри растений? Каким шифром подается команда сахарам выйти из старых листьев и перейти в молодые, где их и так достаточно? Почему у сахарной свеклы корень перекачивает из листьев все углеводы в себя, хотя это, казалось бы, противоречит физико-химическим законам?

Считают, что важную роль в корреляциях играют биологические стимуляторы типа ауксинов. Они образуются в верхушках стеблей, оплодотворенных зародышах и т. д. Если подобными стимуляторами обработать какую-либо часть растения, движение питательных веществ направится сюда. Уже открыто несколько таких веществ, которые направляют доминирование органов. Это — гетероауксин, или бета-индолилуксусная кислота, гиббереллины, кинетин, или 6-фурфурил-аминопурин. Известны также некоторые яды, которые нарушают корреляцию. И что интересно: эти яды влияют именно на передвижение ростовых стимуляторов в растении, так что гипотеза об участии ростовых веществ в корреляциях находит в этом подтверждение. Однако явление корреляции, как мне кажется, сложнее. Здесь безусловно играют известную роль биоэлектрические потенциалы, направленность и характер обмена веществ, например наличие или отсутствие определенных ферментов, о которых мы еще очень мало знаем.

Овладение секретом корреляции у растений откры-

вает очень широкие перспективы для практики. Например, мы можем направить против «желания» растения поток ассимилятов туда, куда нам нужно: перекачивать питательные вещества из корней в его надземную часть, когда нам необходимы для урожая «вершки», или, наоборот, обогащать ими подземные органы, когда нас интересуют «корешки».

Радияция и растения

Человечество открыло атомную энергию. Началось строительство реакторов, атомных двигателей и электростанций, начали изготавливать радиоактивные изотопы, и их известно уже свыше тысячи; наука получила мощное средство исследования — метод меченых атомов, медицина и сельское хозяйство — новые лекарства, стимуляторы, промышленность — невиданный источник энергии.

Как влияет радиация на растения? Некоторые считают этот фактор совсем «чужим» для растений, поскольку он появился только после того, как человек научился изготавливать радиоактивные изотопы. На самом деле это не так. Радиоактивность везде существует в природе. Солнце, которое согревает землю и которому обязано все живое своим существованием, наше солнце, как и многие другие звезды, разогревается непрекращающимися термоядерными взрывами. Наша земля внутри горячая — жидкая огненная магма поднимается из ее недр, расплавляет самые крепкие горные породы, разливается по поверхности из извергающихся вулканов. Это тепло также радиоактивного происхождения.

Вокруг нас и в нас самих полно радиоактивности. В

теле нормально развитого человека весом 70 кг ежеминутно распадается один миллион атомов. На земном шаре нельзя найти места, где бы не было радиоактивных атомов, частиц космического излучения, волн проникающей радиации. Были сооружены огромные подземные камеры со стенами из чистейшей стали, но и в них обнаружили радиоактивность, хотя в несколько раз меньшую, чем на поверхности.

В почвах, песке, известняке и других горных породах, в речной, озерной, морской воде, в воздухе постоянно имеются небольшие количества урана, радия, родона, тория, полония, калия и других естественных радиоактивных элементов. Воздух и землю на сотни метров вглубь пронизывает множество космических частиц, которые с огромной скоростью врываются к нам из просторов космоса и, постепенно замедляя свой полет, расщепляют, разрушают атомы земных элементов.

Живые организмы возникли и развиваются под непрерывным воздействием радиации, следовательно, она для них является фактором не «чужим». Более того, когда два миллиарда лет тому назад на земле зарождалась жизнь, радиоактивность ее поверхности была примерно в 23 раза выше, чем теперь, а суммарная энергия радиоактивного излучения достигала величины, близкой к энергии, которую получала земная поверхность от солнца. Поэтому такой сильный фактор, как радиоактивность, не мог остаться незамеченным в развитии жизни на земле. К сожалению, наука еще мало знает о той роли, которую играет естественная радиация в жизни растений. Живым тканям очень трудно использовать энергию радиоактивных частиц: это энергия пули или артиллерийского снаряда, которые с огромной скоростью летят в неопределенном направлении и все

разрушают на своем пути. Навряд ли можно как-то упорядочить энергию, которую несет излучение. Она превращается в тепло и рассеивается. Но зато продукты разрушения молекул, которые возникают на пути радиоактивного излучения, так называемые свободные радикалы, для живых организмов очень ценны. Дело в том, что эти продукты чрезвычайно реактивны, очень легко и быстро вступают в различные реакции.

Таким образом, хотя энергия радиоактивного излучения для живых существ вряд ли доступна, она создает предпосылки усиленного биосинтеза сложных соединений.

Радияция также оказывает сильное влияние на наследственные особенности организмов: частицы, попадая в сложную молекулу нуклеиновой кислоты, нарушают ее структуру, что в той или иной мере вызывает изменения наследственных признаков, потомство будет отличаться в лучшую или худшую сторону от родителей, а это уже дает материал для естественного отбора.

О том, что растениям необходима радиоактивность, свидетельствует их способность накапливать в своих телах радиоактивные элементы. Эта способность у разных растений проявляется неодинаково. Оказалось, что чем древнее по своему происхождению растение, тем большей способностью накапливать радиоактивные вещества оно обладает. Например, по данным Д. М. Гродзинского, лишайники имеют самую высокую природную радиоактивность, папоротники — более низкую, голосемянные растения (хвойные) — еще более низкую, а высшие цветковые растения — низшую. При этом следует указать, что культурные растения, такие, как, например, сахарная свекла, пшеница, имеют меньшую радиоактивность, чем их дикие предки.

Интересно также то, что древнейшие низшие растения накапливают радиоактивность преимущественно за счет редких элементов: урана, тория, актиния и т. д. и в меньшей степени за счет калия. (Как известно, в калийных удобрениях, в почвах, в каких бы то ни было соединениях природного калия на 100 г обычного калия приходится 12 мг радиоактивного). Чем выше организовано растение, тем меньше в нем содержится тяжелых радиоактивных элементов и тем больше калия. Если у грибов и лишайников радиоактивность за счет калия составляет от 4 до 20 процентов, то у сахарной свеклы она обеспечивает 90 процентов общей природной радиоактивности. Таким образом, радиоактивность не новый фактор для растений и животных. В природе она рассеяна неодинаково. В одних местах ее уровень выше, в других—ниже, однако в целом не очень высокий. В тех дозах, в которых она присутствует в продуктах питания, питьевой воде, воздухе, радиоактивность не только не вредна, но и необходима. Мы знаем, что даже при некотором повышении естественного фона радиоактивности, как это бывает при лечении родоновыми ваннами или при употреблении свежей «Миргородской», у людей наступает значительное улучшение состояния здоровья. Однако злоупотреблять этим фактором не следует.

Ведьмина метла

В лесу, где растут берест, граб или береза, на деревьях часто встречаются какие-то причудливые образования, напоминающие густые щетки из мелких веточек, покрытых немощными желтыми листочками, которые летом довольно рано опадают. Издали они напоминают гнезда или березовые веники. Люди, не зная



Ведьмина метла на бересте.

происхождения этих образований, назвали их ведьминами метлами. Это название перешло и в науку.

Причиной появления ведьминой метлы, которая иногда замечается также на вишнях, различных видах кленов и других деревьях, являются грибы из рода тафрина или экзоаскус. Иногда ведьмина метла появляется на кустах жимолости после повреждения ее насекомыми. Гриб развивается внутри побега, в главных сосудах древесины, а продукты его жизнедеятельности попадают в другие ткани растения-хозяина, повреждают верхнюю почку, которая после этого не может развиваться. Вместо центральной почки распускаются несколько боковых, но и они скоро повреждаются грибом, а у основ тонких побегов развиваются новые и новые почки. Возникает причудливой формы куст из тонких переплетенных веточек, который из года в год растет и развивается, достигая иногда значительных размеров.

Дерево, сильно поврежденное ведьминой метлой, в конце концов погибает, однако в наших краях эта бо-

лезнь не очень распространена и большого вреда не причиняет. Бороться с ней не трудно, достаточно спилить больную ветку на 20—30 см ниже ведьминой метлы и сжечь ее, чтобы споры гриба не распространялись.

Ведьмина метла интересна и с другой стороны. Мы видим в ней яркий пример того, как паразитический организм — гриб — приспосабливается к управлению ростом растения, на котором живет и соками которого питается. Выделяя специфическое вещество, экзоаскус заставляет дерево без конца ветвиться, образовывать все новые и новые почки и побеги.

Вспомним другой гриб, который в незавершенной стадии развития называется фузариум монилиформе, а в стадии полного развития — гибберелла фужикурои. О нем в последнее время много пишут в научной литературе, выпускают кинофильмы, ему посвящают конференции и съезды. Этот гриб живет на старой соломе, паразитирует на растениях риса, вызывая болезнь «плохих побегов». Растение чрезвычайно быстро растет, тянется вверх, становится бледно-зеленым, так как в нем уменьшается количество хлорофилла, а урожая не приносит. Ученые много поработали, изучая этот гриб. Выяснилось, что он выделяет физиологически активное вещество — гиббереллин, который является причиной необычного роста растений риса. Оказалось, что есть несколько разновидностей гиббереллина, к настоящему времени их обнаружено уже более десяти. Некоторые гиббереллины оказывают более сильное воздействие на одни физиологические процессы, прочие — на другие, однако все они вызывают буйный прямолинейный рост практически почти всех видов растений. В отличие от экзоаскуса или тафрины, которые вызывают непрерывное ветвление растений, гибберелла воздействует со-

вершенно по-иному — она возбуждает прямой рост в высоту.

Обычные плесневые грибы — пенициллы, аспергиллы — кроме известного всем антибиотика пенициллина выделяют очень активное вещество мальформин. Достаточно на растение кукурузы нанести десятимиллионную долю грамма мальформина — и корни у нее замедлят рост, начнут закручиваться винтообразно, растение изменит цвет и характер роста листьев. Эти же грибы выделяют вредный для высших растений патулин. Следовательно, они оказывают формообразующее влияние на высшие растения.

Вообще химический арсенал грибов необыкновенно богат. Мы едва взглянули на это богатство, но уже знаем, что в грибах имеются сильнейшие яды, чудодейственные лекарства и регуляторы формообразующих и ростовых процессов растений.

А теперь немного помечтаем. Грибы в результате многовековой естественной эволюции нашли пути управления развитием высших растений. Но это же давнишняя мечта человечества. Разве плохо было бы, если бы садовник мог по своему желанию опрыскать дерево раствором, который вызывает дополнительное ветвление, а потом стимулятором прямолинейного роста? А сколько труда сэкономила бы химическая обработка винограда, помидоров, всходов сахарной свеклы, которые приходится пасынковать и пинцировать, особенно на севере. Было бы просто замечательно получить, например, кустистую многостебельную кукурузу на зеленый корм. Всего и не перечислишь.

А не могли бы нам пригодиться уже готовые регуляторы, образованные грибами? Без сомнения, могли бы. Тысячи и десятки тысяч опытов, проведенных в по-

следние годы с гиббереллином, убеждают, что этот стимулятор можно использовать для усиления ростовых процессов многих растений. Особенно хорошо он воздействует на волокнистые растения, такие, как конопля, бурный рост которых в высоту обеспечивает увеличение выхода волокна и улучшение его качества. Гиббереллин заметно повышает урожайность винограда и овощных культур, позволяет по желанию «перекачать» питательные вещества из корней в надземные части растений, когда нам необходимы, например, стебли и листья, а корни запахиваются в почву. Правда, гиббереллин еще очень дорог для широкого применения, но в будущем найдут пути удешевления его производства. Ведь алюминий сразу после его открытия был дороже золота, а теперь стал обыкновенным, очень распространенным, просто необходимым металлом. Когда-то антибиотики тоже были очень дороги, а сейчас все шире применяется подкормка скота биомицином. Будем надеяться, что гиббереллин в недалеком будущем станет вполне доступным для широкого использования в сельском хозяйстве.

А как же с регулятором ветвистости из ведьминой метлы? К сожалению, им еще никто не занимался. Ведь перед учеными стоит множество нерешенных вопросов, которые все одновременно охватить нельзя. Этот гриб до настоящего времени не привлек к себе такого внимания, как экзотическая гибберелла. (Кстати сказать, гибберелла обнаружена и у нас на Украине. В. И. Билай вывела чистую культуру этого гриба, которая ничем не уступает японской). Дойдет очередь и до ведьминой метлы, она раскроет нам свои тайны и даст людям в руки новый рычаг для управления природой.

Грибы рвут асфальт

Об этом случае, который произошел несколько лет тому назад в Ленинграде, писали в газетах. Грибы, обыкновенные шампиньоны, пробили асфальт, выбрались на поверхность и весело заблестали своими шапочками. То же самое и я не однажды видел около Павловского сквера в Киеве.

В лесу гриб, пробиваясь из-под земли, выносит часто на себе камешек, веточку или кучку листьев. А какой слой почвы иногда приходится ему преодолевать! Удивительное явление: этот нежный, хрупкий гриб, который и ребенок без усилий разотрет меж пальцев, может выполнять такую титаническую работу — раздвигать почву, рвать асфальт, поднимать груз. Где его мускулы и рычаги, откуда берется в нем необыкновенная энергия?

Сила гриба — во всасывании воды. Подобно тому как вода, проникнув в трещины скал и замерзая там, расщепляет самую крепкую горную породу, гриб, напитываясь водой, способен давить на то, что ему преграждает путь, с огромной силой — до 100—150 атм. Давление самых высоких сооружений на фундамент в несколько раз ниже. Такое давление оказывал бы на опору каменный столб высотой в полкилометра. Поэтому не приходится удивляться тому, что «слабый» гриб прорывает асфальт, так как у него для этого вполне достаточно сил. И все-таки это явление удивительное.

Гриб — почти чистая протоплазма, живое вещество. В зависимости от своих биологических свойств и потребностей протоплазма гриба может почти совсем высохнуть и занимать очень небольшое пространство. Но

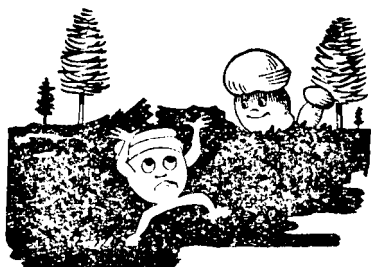
она обладает способностью впитывать в себя огромное количество воды. Когда это необходимо, гриб вбирает воды в 4—12 раз больше собственного веса и в это время быстро набухает, растет, расширяется и преодолевает препятствия, мешающие его росту.

Вначале при всасывании воды давление гриба составляет 160 атм и больше. По мере увлажнения тела гриба эта сила уменьшается и совсем исчезает, когда он достигает своих обыкновенных размеров. Понятно теперь, почему грибы, а точнее, их плодовые тела растут именно после дождя. Для того чтобы выбраться из под земли, грибу необходимо наполнить водой свою «гидравлическую систему». Обычно весной и летом плодовое тело гриба растет медленно под землей, накапливая сухое вещество. Когда у него все уже готово, он ожидает дождя, чтоб набраться воды и раздуться как воздушный шар. Скорость такого роста у грибов необычайная. Например, у гриба диктиофоры она достигает 5 мм в минуту. Этот рост можно наблюдать невооруженным глазом.

Не только грибы способны набухать с большой силой. Это явление характерно и для многих других растений, особенно для их семян. При всасывании воды некоторые семена развивают давление до тысячи атмосфер. Как известно, черепные кости соединены столь крепким швом, что их нельзя разъединить, не поломав. В анатомических лабораториях при медицинских учредениях в случаях, когда нужно отделить их одну от другой, делают так: насыпают в череп горох и наливают воду. Набухший горох равномерно давит изнутри на кости черепа и разделяет их, раскрывая самые крепкие замковые швы.

Лишайники и суходольные водоросли, которые посе

ляются на каменистых отслоениях, валунах и скалах, благодаря силе всасывания воды выполняют малозаметную на первый взгляд, однако очень значительную по своим последствиям работу — они разрушают горные массивы. Обратите внимание на лишайники. Это сухая накипь на камне, мертвый организм,



«А ну, поддай еще!»

который растирается в порошок. А посмотрите на него во время дождя: его и узнать нельзя. Он вздулся, ошетинился, зазеленел, начал жить полнокровной жизнью, пока ветер и солнце не превратят его в сухую корочку на камне. Так и живет лишайник от дождя до дождя, корней у него нет, а на голой скале вода не задерживается. В течение пяти или десяти лет вырастет пятнышко размером в пять копеек. Засыхая, прячется в щель, набухнув — давит на нее. Своими ферментами и кислотами лишайник понемногу растворяет минералы; под ним собирается пыль, перегной. Так разрушаются самые крепкие скалы, превращаясь в плодородную почву.

Следовательно, сила грибов в воде. Неспроста говорят, что вода плотины рвет. Клетки гриба наполняются под давлением водой, слабая нежная ткань приобретает крепость стали, силу парового молота и гибкость резины. Нечто подобное мы наблюдаем сейчас в технике, где все чаще применяются различные гидравлические механизмы. Природа намного опередила это изобретение человека, но человек дал ему новую, мощную жизнь.

Ведьмин круг

Теплой осенью, когда обильно выпадают дожди, можно заметить, что грибы появляются не где попало, часто они образуют концентрические дуги или полные круги, например, вокруг старых деревьев, пеньков. Съедобные грибы и ядовитые поганки пробиваются из-под земли причудливыми линиями, разбегаются подобно кругам на воде от брошенного камня. Люди давно заметили эти узоры из грибов. Не зная причин этого явления, объяснили его действием нечистой силы и называли ведьминым кругом. А наука приняла это название точно так же, как и ведьмину метлу, в свой обиход.

Каким же образом возникает ведьмин круг? Все грибы (а их насчитывается свыше 70 тысяч видов) относятся к гетеротрофным растениям, то есть они могут существовать только за счет готового органического вещества, которое образуется зелеными — автотрофными, способными к фотосинтезу — растениями. Часть грибов паразитирует на живых организмах, часть питается мертвыми остатками, как, например, известные всем шампиньоны и плесневые грибы. Есть также большая группа грибов, живущих в тесном содружестве с зелеными растениями. Это содружество — симбиоз — взаимно выгодно для обоих. Грибы имеют очень сильные ферменты, при помощи которых они гидролизуют клетчатку, разрушают и растворяют соединения в почве и этим самым улучшают питание своего зеленого партнера. А зеленое растение кормит гриб необходимыми для него органическими веществами — сахарами, аминокислотами, витаминами. Правда, некоторые ученые не без основания говорят, что это согласие больше смахивает на



Ведьмин круг.

борьбу, чем на большую дружбу. Стоит зеленому растению немного ослабеть, уменьшить свою стойкость, как бывший союзник превращается во врага, паразита и безжалостно нападает на своего кормильца. При этом гриб может погубить растение и вместе с ним погибнуть и сам. Растение-хозяин тоже не очень доверяет грибу: при первом удобном случае старается избавиться от его соседства при помощи отравляющих фитонцидов, непроницаемой коры или путем углубления корней в нижние слои почвы, где грибу нечем дышать. Таким

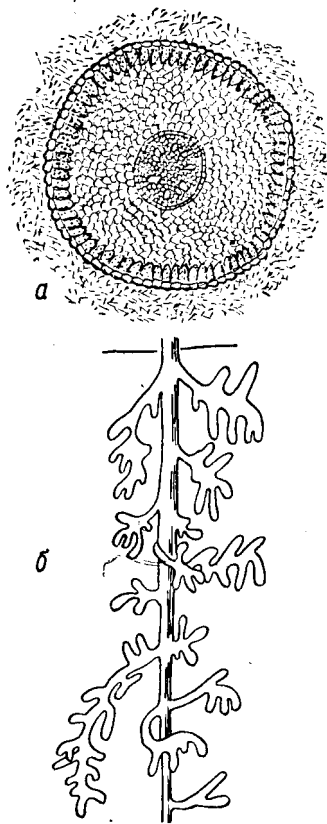
образом, симбиоз — это не что иное, как хорошо сбалансированный паразитизм.

Как бы то ни было, а такое сожительство в природе существует испокон веков. Грибы не могут жить без высших растений, но и те привыкли к грибокорню, или микоризе, который их обвивает, и растут с ним лучше. Даже при посадке дубков в степи, где они никогда раньше не росли, а следовательно, не было и их постоянных спутников — грибов, в лунки вносят привезенную землю с грибницей из-под старых дубов. Однако следует указать, что М. Я. Зерова обнаружила наличие в степи спор грибов, которые образуют микоризу с дубом, а поэтому землю можно не завозить.

Ученые установили, что преимущественное большинство высших зеленых растений земного шара всегда живет в симбиозе с грибами. Травянистые и особенно древесные растения практически почти никогда не обходятся без них. Такие растения, как орхидеи, настолько привыкли к своим спутникам, что их семена не прорастают, если около них нет нужного гриба.

Грибы поселяются на корнях растений, опутывают их своими тонкими тканями — гифами, частично проникают вовнутрь, сосут из клеток хозяина питательные вещества, а сами тем временем выделяют наружу различные, очень активные соединения. Одни из них растворяют частички перегноя в почве, другие превращают в подвижное состояние минеральные питательные вещества, третьи защищают гриб и вместе с ним высшие растения от вредных организмов, четвертые потребляются самим растением как стимуляторы. Ни одна частичка, ни один атом или молекула не могут проникнуть в растение без участия гриба. Грибы эти есть всегда, при любых условиях, в любой почве.

Далеко не все из них, да и то лишь в благоприятной обстановке, образуют плодовые тела, которые мы называем обычно грибами. Сам гриб — некрасивые, беловатые или окрашенные, прочные, скользкие или гнилостные тягучие нити, корочки, пленки на корнях под землей. На них никто и внимания особого не обращает. Плодовые тела служат грибам для размножения. Под шапкой плодового тела имеется много радиально расположенных пластинок или губчатая масса из множества тоненьких трубочек. В них образуются миллионы микроскопических спор, которые после созревания разносятся ветром, водой, животными. Чаще всего плодовые тела появляются у тех грибов, которые живут на лесных породах, хотя немало их есть в степи на травянистых растениях. Нужно сказать, что грибы очень тщательно выбирают хозяина, который их кормит. Например, настоя-



Микориза:

a — поперечный разрез корня с микоризой; *b* — вид корня, обросшего микоризой.

ший белый может расти только под дубом, маслята — под сосной, а подберезовик или подосиновик, как свидетельствуют сами их названия, — под березой или осиной.

Вот мы и подошли к объяснению ведьминого круга. Грибы обычно поселяются на молодых нежных корнях, а у взрослых деревьев эти корни расположены приблизительно по окружности кроны вокруг дерева. Здесь грибы имеют наилучшие условия для своего развития. Вот почему плодовые тела грибов могут образовываться только над молодыми корнями, и поэтому они располагаются кругами, дугами, эллипсами — точно так, как растут под ними корни.

Химическое взаимодействие растений

Даже в безводных пустынях и на ледяных арктических полях встречаются растения и бактерии. Располагаясь в одном месте, они образуют особые группы, так называемые фитоценозы, в которых жизнь каждого растения тесно связана с жизнедеятельностью других. Фитоценозы, например, лесные или степные, не случайные явления — они имеют определенный состав и соотношение, развиваются по определенным законам.

Обыкновенно в фитоценозе встречаются растения, которые взаимно полезны или, во всяком случае, не уничтожают друг друга. Но когда в фитоценоз попадает «чужое» растение, начинается борьба не на жизнь, а на смерть: семена этого растения плохо прорастают в условиях чужого для него ценоза или даже могут пролежать годами, не прорастая. Если они все же про-

растут, молодые растения не могут выдержать влияния необычных для них соседей и погибают.

Однако достаточно уцелеть и окрепнуть чужому виду, как он начинает изменять растительность вокруг себя; возле него развиваются приемлемые для него соседи, создается небольшой очаг нового фитоценоза. Он распространяется, захватывая все большую площадь. В конце концов на месте старого фитоценоза возникает совершенно новый. Луг может превратиться в степь, лес — наступать на степь, вначале покрывая ее кустарником, а затем деревьями и т. д.

Такая борьба продолжается среди дикой растительности миллионы лет. Что же касается огромнейших площадей, занятых культурными посевами — агроценозами, то развитие их идет уже не стихийно, по капризным законам природы, а направляется человеком. Однако взаимосвязи между растениями существуют и здесь. Стоит припомнить вред, который причиняют сорняки сельскому хозяйству, или, наоборот, те преимущества, которые приносит совместное выращивание различных растений.

Рассмотрим один из важнейших способов взаимного влияния растений — химический, или аллелопатию. Это слово происходит от греческих слов «аллелос» — взаимный и «патон» — влияние, что вместе означает «взаимовлияние».

Растения в начале своего существования, еще в стадии семени, выделяют во внешнюю среду продукты жизнедеятельности. С момента прорастания семени количество выделений резко возрастает и достигает максимума, когда организм растения начинает отмирать. Выделения высших растений могут непосредственно оказывать воздействие на другие высшие растения. В раз-

личных типах растительных выделений содержатся витамины, ферменты, алкалоиды, эфирные масла, органические кислоты, нуклеотиды, глюкозиды, а также вещества, которые по своим свойствам напоминают гербициды, употребляемые человеком для уничтожения сорняков. Эти вещества получили название парализаторов (ингибиторов), или колинов; они убивают растения либо затрудняют их рост, прорастание семян, тормозят фотосинтез, отравляют другие важные процессы жизнедеятельности.

Интересно, однако, что колины действуют как яды только при высоких концентрациях. Если же их растворить в большом количестве воды, то они начинают действовать уже как стимуляторы роста. Точно так же ведут себя и гербициды: небольшая доза может вместо уничтожения сорняков только улучшить их рост.

Подобно гербицидам колины действуют выборочно — отравляют одни растения и не влияют на другие, при определенной, конечно, концентрации. Когда их накапливается очень много, они начинают угнетать все подряд, даже те растения, которые их выделили.

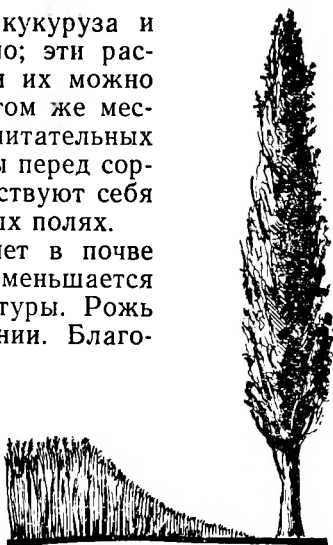
Посмотрите, как влияют выделения тополя на овес, который растет рядом. Ближайшие растения совсем угнетены, находятся почти что на краю гибели; немного подальше они ростом выше; еще дальше растения достигают нормального вида, а вслед за этим идет полоса, где растения стимулированы, — они выше, зеленее, чем на всем остальном поле. Подобные явления можно наблюдать по краям лесополос, состоящих из дуба, тополя, ивы: их выделения угнетают рост не только овса, но и подсолнуха, свеклы, фасоли, сои, кукурузы и т. д.

Различные растения выделяют неодинаковое коли-

чество кокинов. Например, кукуруза и картофель выделяют их мало; эти растения не отравляют почву, и их можно десятки лет выращивать на том же месте, только пополняя запасы питательных веществ. Зато они беззащитны перед сорняками, которые отлично чувствуют себя на кукурузных и картофельных полях.

Озимая пшеница оставляет в почве больше кокинов, ее урожай уменьшается с каждым годом монокультуры. Рожь еще сильнее в этом отношении. Благодаря своим аллелопатическим свойствам она хорошо уничтожает сорняки. Даже такие злостные сорняки, как овсюг, полевая горчица, в ней погибают.

Кроме прямого влияния летучих и водорастворимых кокинов, выделяемых высшими растениями, большую роль в аллелопатии играют продукты жизнедеятельности микрофлоры. Бактерии и грибы, разрушающие отмершую органическую массу, сильно влияют на рост растений. Необходимо указать, что возле каждого растения собирается своя специфическая микрофлора, которая и создает свойственные для нее вещества. Микрофлора формирует плодородный перегной, выделяет из органических остатков необходимые растениям минеральные вещества, но вместе с тем производит вещества очень токсические и физиологически активные, влияющие на рост соседних растений.



Действие выделений тополя
на овес.

В культуральных растворах, на которых выращиваются грибы или бактерии, обнаруживаются необходимые для высших растений ростовые вещества, ферменты и витамины. Вместе с тем микроорганизмы производят антибиотики, гиббереллины, маразмины (вещества, вызывающие увядание и старение), мальформин, который обуславливает нарушение ростовых процессов, а также ряд довольно ядовитых алкалоидов.

Все эти вещества смешиваются с растительными выделениями и образуют специфическую биохимическую обстановку, в каждом ценозе свою. Эта аллелопатическая смесь веществ содействует росту группировок растений, служит как бы химическим барьером, который противодействует проникновению чужих видов растений, микроорганизмов, простейших животных. Даже в мельчайших фитоценозах, как, например, в небольшом пятне плесени на черством куске хлеба происходит напряженное взаимодействие. Плесневой гриб выделяет антибиотик, который не позволяет развиваться в плесени многим бактериям. Стойкие бактерии размножаются в ней хорошо, образуя совместно с грибами уравновешенную группировку — фитоценоз. Таким образом, аллелопатия играет исключительно важную роль в жизни отдельных растений и их более или менее сложных группировок с микроорганизмами и другими растениями.

Газовая атака

Воздух вокруг растений всегда наполнен теми или иными запахами, насыщен ароматическими газами, парами, пылью. Об этом, собственно, каждому известно: мы хорошо знаем, как пахнут различные цветы, на-

бухшие почки, прелые листья, нагретая на солнце сосновая хвоя, плодоносная почва или болотный ил.

Различные летучие выделения довольно существенно влияют на жизнь людей, животных и самих растений. Они являются составной частью аллелопатии, потому что каждое растение выделяет особые, свойственные только ему вещества и при их помощи формирует состав своих компаньонов по группировке.

Есть множество растений с очень активными в физиологическом отношении летучими выделениями. В светлых дубовых и буковых лесах, между кустарниками, на опушках у оврагов можно видеть ясенцы — растения с непарноперистыми листьями, похожими на листья ясеня. Стебли этих растений густо покрыты красновато-пурпурными железками. Железки продуцируют эфирное масло, которое испаряется в воздух. В тихий солнечный день вокруг цветущего ясенца накапливается много его паров. Если поднести зажженную спичку, все растение вспыхнет желтоватыми и синими огоньками, но останется при этом целым и невредимым. За эту особенность ясенец нередко называют «неопалимой кушиной». Биологическое назначение паров эфирного масла, как полагают, состоит в том, чтобы защищать растение от жгучих лучей солнца и предупреждать чрезмерное испарение воды. Состав эфирных масел этого растения еще не исследован, однако они очень токсичны для людей. Зарегистрировано немало случаев тяжелых ожогов кожи на руках и ногах, общего отравления людей, которые собирали ветки ясенца для букетов. Вполне возможно, что летучие выделения служат для того, чтобы отравить насекомых и травоядных животных и для аллелопатического влияния на окружающие растения.

Очень токсичные газы накапливаются также вокруг ядовитой сумахи. Разотрите меж пальцев листок ломоноса прямого, довольно часто встречающегося в дубовых рощах. Он как будто не имеет запаха, однако в носу защекочет так, что на глазах появятся слезы. Листья ломоноса-жигунца, довольно редкого у нас растения, которое живет в открытых южных степях, не нужно даже растирать: они выделяют такое количество летучего алкалоида типа протоанемонина, что если вы непредусмотрительно оставите растение в комнате, может наступить довольно сильное отравление. Летучие выделения жигунца тормозят прорастание различных семян, фотосинтез листьев.

Газообразные выделения грецкого ореха тоже довольно вредны. Об этом хорошо знают в народе и вас всегда отговорят, если вы захотите лечь спать под грецким орехом. Как показали наши исследования, другие виды орехов также выделяют активные в аллелопатическом отношении вещества, поэтому под ними способно расти не каждое растение.

Летучие фитонциды полыни, борщевника, черемухи, миндаля и десятков других растений пагубно воздействуют на микроорганизмы, низшие растения и животных.

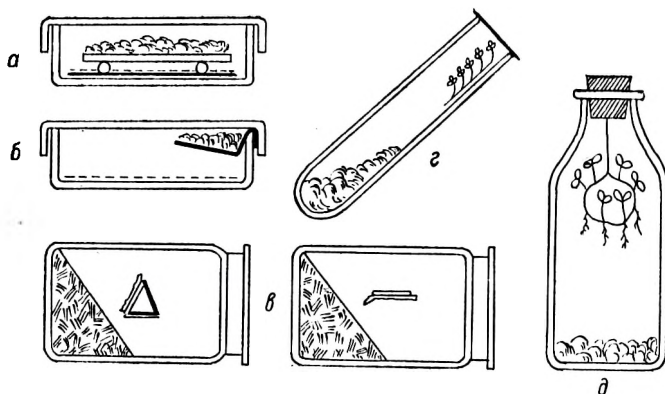
Один из основателей аллелопатии как научной проблемы, известный венский физиолог Ганс Молиш проводил такой опыт. Под стеклянный колпак он помещал букет из веточек желтой акации, поставленных в воду. Туда же клал одно-два созревших яблока. Через несколько дней листья с веток опадали, тогда как листья контрольных растений под колпаком, где не было яблок, держались значительно дольше. Кроме того, ученый выращивал в небольших горшочках горох или го-

рошек посевной. В «яблочном воздухе» замедлялся рост этих растений, они желтели и наблюдалась эпинастия черешков листьев, то есть листья изгибались книзу. Дальнейшие исследования «яблочного воздуха» и светильного газа, проводившиеся различными учеными, раскрыли природу действующего вещества. Им оказался ненасыщенный углерод — этилен. Нашлось и практическое применение этилену: он ускоряет созревание яблок, апельсинов, мандаринов, лимонов, помидоров, сорванных зелеными. Достаточно в хранилище фруктов впустить немного этого газа, как плоды быстро розовеют, становятся мягкими и пригодными для употребления.

Недавно Г. О. Санадзе доказал, что этилен и другие углеводы выделяются не только созревшими яблоками. Листья различных растений на свету буквально «дымят», такое большое количество летучих веществ выделяется ими. Листья тополя выделяют в течение часа до 3 г таких веществ на 1 м² площади листьев. Таким образом, гектар тополевого леса, в котором общая площадь листьев составляет примерно 100 000 м², в течение одного часа летнего дня выделяет в воздух до 300 кг различных летучих соединений. И хотя ветер быстро разносит их, совершенно ясно, что подобный фактор природы не может быть безразличным для существования других растений.

К слову, еще И. В. Мичурин наблюдал угнетение тополями соседних саженцев яблони. Он объяснял это тем, что более высокие тополя перехватывают атмосферное электричество, которое необходимо для роста растениям. Однако более достоверным является в этом случае действие летучих выделений тополя.

Совершенно недавно опытами с мечеными соедине-



Исследование действия летучих веществ на прорастание семян и на ростки:

а и *б* — опыты в чашках Петри; *а* — опыт по Н. Г. Холодному; *г* и *д* — опыты в пробирках и бутылках с широким горлышком.

ниями доказано: листья способны поглощать из воздуха пары спирта, альдегидов, кислот. Однако, к сожалению, мы еще не знаем, как влияют поглощенные органические соединения на фотосинтез и другие проявления жизнедеятельности растений. Возможно, дальнейшие исследования помогут разгадать многие тайны, перед которыми до настоящего времени останавливаются ученые.

Можно рекомендовать провести следующие простые опыты:

1. В бутылку с широким горлышком (из-под молока) бросьте корки апельсинов, лимонов, яблок и т. д. Сделайте из ваты шарик, привяжите к нему нитку и на-

мочите в воде. Затем приклейте к шарiku немного мелких семян, например кресс-салата, прикрепите его к пробке и опустите в бутылку так, чтобы шарик находился над корками. То же самое сделайте со второй бутылкой, но корок туда не бросайте. Это контроль. Наблюдайте, как будут прорастать семена в обеих бутылках. Подобный опыт можно провести в широких пробирках. Семена можно также высеять в чашку Петри на увлажненную фильтровальную бумагу, а над ней расположить растертые листья, почву или другую массу, которая выделяет летучие вещества.

2. «Подводная проба» на антимикробные вещества у высших растений. Неповрежденные листья различных растений поместите в банки с водой, к которой добавьте немного воды из пруда или лужи. Банки оставьте в теплом затемненном месте на одну-две недели. За это время нестойкие к бактериальному разложению листья сгниют, а стойкие останутся неповрежденными. Например, стойкими являются олеандр, чистотел обыкновенный, ива, лютик едкий, подорожник.

3. Опыты Н. Г. Холодного по изучению влияния летучих выделений почвы на рост отрезанных корней, всхожесть семян, развитие бактерий и т. п. В полулитровые стеклянные банки насыпают 200 г почвы, увлажняют ее и на некотором расстоянии на предметном стекле помещают подопытный объект. Банки кладут горизонтально и закрывают стеклом. Вместо почвы можно взять органические удобрения, набухшие семена и т. д.

Запах земли

Почва на 30—40 процентов, а иногда наполовину состоит из пустот, трещин, отверстий, заполненных воздухом. Состав этого воздуха в основном такой же, как и наземной атмосферы: 78—79 процентов азота, 18—20 процентов кислорода, однако в нем значительно больше углекислого газа — 0,1—1 процент, а в плохо аэрированных почвах содержание его еще выше. Когда содержание углекислоты достигает 5—6 процентов, растения отравляются и не способны больше расти. В них перестают поступать калий и другие элементы, а также вода, так как в первую очередь страдают от избытка углекислоты корни. Они сворачиваются, чернеют, пытаются расти вверх, к воздуху. Для того чтобы вылечить растения, необходимо хорошо прорыхлить почву, аэрировать ее.

Углекислота в почве происходит от дыхания самих корней (на одну треть), но значительно бо́льшая ее часть выделяется грибами и бактериями, которые постоянно живут в почве и разлагают органические остатки. Углекислый газ все время выходит через щели и трещины, почва «дышит». В течение года это «дыхание» составляет в среднем 7,5 млн. л CO_2 на 1 га. Такого количества достаточно, чтобы создать 40—80 процентов урожая. Остальную часть необходимой углекислоты растение черпает из атмосферы.

Не так давно установили, что высшие растения способны поглощать углекислоту корнями, откуда она поступает в стебли и листья и принимает участие в фотосинтезе. Эта углекислота в общем углеродном балансе растения составляет несколько процентов.

В воздухе почвы, особенно в адсорбированном состоянии, содержится еще очень много различных газов, которых или нет совсем, или очень мало в надземной атмосфере. На один литр почвы приходится несколько литров этих газов. Среди них много летучих органических веществ, в каждой почве своих — альдегидов, спиртов, хинонов, органических кислот, ненасыщенных углеводородов и т. п. Не удивительно, что каждая почва имеет свой запах. Опытный земледелец не только разотрет комок земли в пальцах, но еще и понюхает его, и по запаху определит плодородность почвы. Еще Плиний Старший советовал римлянам выбирать для посева почву, которая обладает «божественным дыханием, порожденным солнцем, ни с чем не сравнимым по сладости». «Кто найдет такую землю,— утверждал он,— не будет обманут... Запах дает наивысшую оценку земле».

Сухая земля почти не имеет запаха. Запах появляется у увлажненной почвы. Вспомните, как пахнет свежеспаханная нива или пыль, прибитая на дороге дождем. Дело в том, что вода вытесняет адсорбированные частичками почвы газы, и тогда мы можем их обнаружить. Пошухайте сухой комок глины — он запаха не имеет. Теперь подышите на нее, как дышат на печать, прежде чем приложить ее к документу. У комочка появится характерный «глиняный» запах. Между прочим, эту особенность используют геологи при определении минералов: все осадочные породы имеют запах глины или чего-либо подобного, если их увлажнить дыханием.

Растение очень чутко реагирует на запахи земли. Если насыпать в стеклянную банку увлажненный чернозем, а над ним на вате или фильтровальной бумаге проращивать семена, они прорастут значительно быстрее, чем те же самые семена в банке без почвы.

В парах земли быстрее развиваются корни. Воздух же болотной почвы, выделяющей сероводород, аммиак и метан, наоборот, задерживает рост растений.

Да и не только растения — даже микробы усиливают свой рост в присутствии газов, выделенных почвой.

Одним словом, сладкие запахи земли являются для растений и микроорганизмов питанием и стимуляторами роста.

Аллелопатическая сфера

Бывали вы в грабовом лесу? Слыхали, как шумит под ветром его шапка из листьев? Чувствовали себя одиноко в полутьме среди стройных стволов? Бывали? Тогда вспомните, как вы спрашивали себя, почему под шатром граба не растут ни молодые деревца, ни кусты, ни даже трава. И какой ответ находили: очень темно в грабовом лесу. Действительно, здесь попадает на землю только несколько процентов дневного света, без которого никакое зеленое растение жить не может.

Однако это только одна из причин. Возьмите 50 г опавших листьев граба, положите в банку и залейте водой (200 см³), а затем оставьте на 24 часа при комнатной температуре. После этого процедите мутный раствор и поливайте им семена или всходы растений. Для контроля необходимо такие же семена или всходы поливать обыкновенной чистой водой. Вытяжка из листьев граба задержит появление всходов и затормозит их рост, ибо в ней содержатся вредные соединения — колины. Таким образом, еще одна причина отсутствия сопутствующих растений в грабовой роще состоит в

том, что плотная подстилка из опавших листьев, плодов, коры, веточек содержит в себе колины.

Нечто подобное можно наблюдать в чистых насаждениях сосны, белой акации и многих других древесных пород. Под их покровом или не растет ничего, или произрастают только специально приспособленные виды. Например, под белой акацией растет один только, почти без примесей других видов чистотел. Если опавшую хвою сосны сгребают граблями на топливо, на поверхности почвы через некоторое время появляется много травянистых растений. Их семена всегда попадают в сосняк, однако они не могут прорасти из-за колинов прелой хвои. А как влияют колины на сам лес? Они для него тоже вредны в высоких концентрациях, но в тех, что обычно встречаются в природе, — необходимы, содействуют росту.

С первых дней существования, выделяя соответствующие колины, растения создают свою особую химическую обстановку. У каждого растения своя аллелопатическая сфера. Для других она чаще всего вредна, а некоторым — привычным соседям — не только не мешает, но и полезна.

Одно семя, всход, небольшое растение не могут обеспечить достаточно стойкую защитную сферу для себя. Вот почему многим растениям свойственно групповое прорастание семян, лучший рост вначале загущенных посевов. Например, ель, сосна, кедр обычно лучше прорастают группами. У сахарной свеклы сама природа создала многосемянные плоды, чтобы обеспечить появление нескольких растений одновременно. И хотя выведены сорта односемянной сахарной свеклы, без прорывки обойтись пока что не удастся: не желает свекла всходить в одиночку, требует, чтобы ее сеяли погуще.

Поэтому односемянная свекла имеет вообще худшую полевую всхожесть, чем многосемянная, и для нее норма высева на гектар выше.

Таким образом, на первых этапах роста при совместном прорастании скорее достигается необходимое накопление коливов. Со временем насаждения изреживаются. У дикорастущих растений происходит самоизреживание: часть из них отмирает, остается именно столько экземпляров, сколько при данных условиях может выжить. У культурных растений это не происходит: все они в загущенном посеве гибнут, как будто по команде. Как говорят, посевы «стекают». Явление самоизреживания растений приводится одними учеными как доказательство напряженной внутривидовой борьбы; другие, наоборот, усматривают в этом проявление внутривидового содействия. Последние утверждают: поскольку в загущенном посеве все растения не могут расти, часть их на пользу виду отмирает. При этом никакой борьбы за существование не происходит. Культурные растения потеряли способность к самоизреживанию, поэтому они «стекают», если их не прорвать.

Все эти рассуждения — идеалистическая софистика, построенная на абстрактных умствованиях, а не на глубоком изучении явлений природы. Самоизреживание дикорастущих растений объясняется их большой неоднородностью. Особи одного вида очень разнятся между собой, даже если они происходят от одного материнского растения. У них обнаруживаются разные темпы роста, различный характер протекания физиолого-биохимических процессов, различные требования к внешним условиям, различная стойкость против неблагоприятных факторов. Еще с момента прорастания семян начинается дифференциация — одни семена прорастают

раньше, другие позже. Развитие всходов вызывает еще большую дифференциацию. Это проявляется в том, что некоторые растения обгоняют в росте другие. Однако не обязательно, что именно они должны выжить и выживают. Бывает и так, что быстро растущие растения погибают, когда возникает недостаток питательных веществ и воды, а маленькие ростом, медленно растущие продолжают развиваться.

В процессе самоизреживания аллелопатия играет не последнюю роль. Чем гуще становится стеблестой, тем больше под ним содержится колинов. Аллелопатическое напряжение достигает такой границы, когда для одних экземпляров содержание колинов еще остается оптимальным, стимулирующим, а на другие начинает воздействовать пагубно. Аллелопатия усиливает дифференциацию, ускоряет гибель части растений и улучшает рост тех, которые остаются жить.

Что касается культурных селекционных сортов растений, то они потеряли способность к самоизреживанию, потому что состоят из довольно выравненных, почти одинаковых экземпляров. У них одновременно появляются всходы, одновременно выбрасываются первый, второй листки и т. д. Дифференциация в посевах почти отсутствует, поэтому нет здесь и самоизреживания.

Никакого «добровольного» отмирания отдельных растений в пользу существования других растений того же вида не бывает. Вследствие эволюции у многих растений выработалась способность поддерживать определенное содержание колинов в среде. Если оно чрезмерно высокое, растения начинают замедлять рост, а одновременно с этим замедляется и продуцирование колинов, содержание их уменьшается — рост растений усиливается.

Могут ли растения сами себя отравить?

Английский микробиолог Александр Флеминг не любил сразу же ликвидировать опыты, мыть посуду и прятать ее в шкаф. Чашки с культурами золотистого стафилококка стояли, постепенно высыхали, покрывались пылью до тех пор, пока у Флеминга не возникало решение навести порядок в лаборатории. Эта «неаккуратность» оказала ученому добрую услугу. Как-то раз он заметил, что в чашку со стафилококком попал грибок, который образовал целую колонию серовато-зеленого мицелия. Это довольно часто случается в микробиологии. Как ни стерилизуй посуду и инструменты, но достаточно неосторожно открыть чашку, как какая-нибудь невидимая пылинка занесет в нее посторонние микроорганизмы, и опыт погублен. Иной бы выбросил испорченную чашку, но Флеминг не любил выбрасывать культуры. Испорченная чашка на счастье осталась. И как-то Флеминг увидел, что колония гриба — им оказался пеницилл, — разрастаясь, уничтожает оранжево-желтый шар золотистого стафилококка. Между грибами и стафилококком образовалась прозрачная мертвая зона. Следовательно, здесь действовало какое-то вещество, которое диффундировало из мицелия.

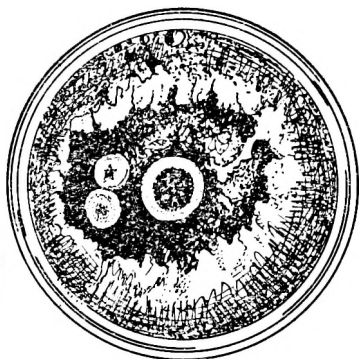
Так был открыт пенициллин.

Удивительное дело, ни Флеминг, ни, кажется, другие ученые, разглядывавшие историческую чашку, не обратили внимания на одно интересное обстоятельство. Колония гриба напоминает кружочек лимона, из которого выдавили сок: мицелий гриба в центре слабый,

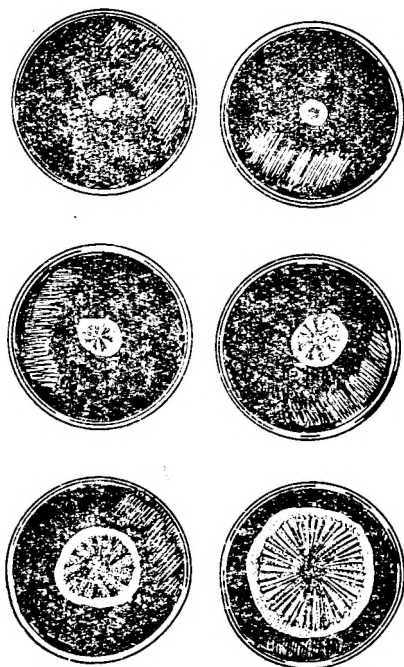
дальше от центра— сильнее и особенно хорошо развит он по краям. Подобное явление можно наблюдать довольно часто на старых колониях различных грибов. Понаблюдайте, например, как развивается колония пеницилла в течение 12 дней в чашке Петри. Причиной отмирания мицелия в середине колонии является его старение, иссякание запаса питательных веществ из агар-агара, а главным образом — чрезмерное накопление физиологически активных выделений, колинов в центре колонии. Здесь действует диалектический закон перехода количества в качество. Определенное содержание колинов (антибиотика — в случае пеницилла) мешает росту бактерий стафилококка и стимулирует рост гриба. Потом, по мере накопления колинов, они начинают сдерживать и все сильнее тормозить рост самого гриба. Оружие обратилось против того, кто его поднял.

Вообще считают, что антибиотики только тормозят рост микроорганизмов и убивают их. Это не совсем так. Если внимательно присмотреться к чашке, в которой испытывается действие антибиотика на стафилококк, можно заметить, что за «мертвой» зоной находится зона стимулированного роста бактерий.

Таким образом, гриб может сам себя отравлять собственными выделениями. Так бывает и с другим грибом — дрожжами, которые вызывают спиртовое бро-



Чашка Петри, в которой Флеминг впервые наблюдал действие пенициллина на бактерии.



Посевы пеницилла на 2, 4, 6, 8, 10 и 12-й день.

жение в анаэробных (без доступа кислорода) условиях. Когда концентрация спирта достигает 10—12 процентов, они погибают.

И в природе мы очень часто наблюдаем у высших растений вполне аналогичное явление. В заповеднике Хомутовская степь (Донецкая область) нередко встречаются микроассоциации, так называемые куртины, различных видов пырея, костра безостого и других растений, которые размножаются подземными побегами. Вначале куртинка, имеющая округлую форму, состоит из однородных экземпляров, лучше развитых в центре и немного хуже по

краям. Со временем, через несколько лет, она разрастается в немалое пятно. Наступление на соседний травостой типчаково-ковыльного фитоценоза осуществляется со скоростью 20—30 см в год. Теперь куртина имеет другое строение. В центре появляется лысинка, изреженный травостой пырея, где поселяются тысячелистник, полынь

горькая и другие растения. Дальше от центра идет концентрическая зона сравнительно слабого роста пырея, еще дальше — зона стимулированного роста, а на границе со степью пырей имеет обыкновенные размеры. Как видим, деградация пырейной или костровой куртины очень напоминает то, что происходит с пенициллом.

Как показали опыты, причина упомянутых явлений одна. В центре старого пырейного пятна содержание колинов может достигать 10 млн. условных единиц на 1 м², там, где пырей растет хорошо, — 3—4 млн., а в степи, на которую он ведет наступление, — менее 1 млн. условных единиц на 1 м².

Это тоже довольно характерный пример диалектического противоречия, когда химический способ борьбы за существование превращается в свою противоположность.

Кроме названных растений, подобная деградация куртин наблюдается у вейника наземного, зубровки пахучей, ястребинки мохнатой, ежа обычного. Все они способны отравляться собственными колинами и поэтому вынуждены кочевать с места на место, постепенно как бы переползая с отравленного участка на новый. Благодаря своим аллелопатическим особенностям они это делают без особых трудностей, потому что под ними количество колинов всегда больше, чем под окружающей растительностью.

А еще более активно проявляют себя в аллелопатическом отношении растения, которые настолько отравляют под собой почву, что совсем не могут на ней существовать. Это касается многих растений типа перекати-поле, к которым принадлежит катран (крамбе) татарский, гониолимон татарский, синеголовник, триinia щетинистая и др. Во второй половине лета стебель при основании шарообразного кустика отрывается — и

он катится, подгоняемый ветром, рассеивая свои семена. Одновременно с этим удаляются остатки листьев, различные отмершие части, которые содержат много колинов. Если бы не было такой очистки, многолетние корни растения перекасти-поле погибли бы от самоотравления. Есть и другие растения, которые в одиночку растут среди густого травостоя. Благодаря исключительно сильным колинам они внедряются в плотные травянистые фитоценозы, выжигая себе местечко, как капля кислоты на ковре. Однако из-за этих же колинов такие растения не могут жить одновидовыми зарослями, а вынуждены все время «бродить» по степи.

Большинство растений, составляющих основу травостоя степей и лугов, и основные древесные породы — дуб, сосна, ель, бук — обыкновенно не накапливают такого количества колинов, чтобы вызвать полное самоотравление. Поэтому они могут десятки и сотни лет существовать на одном месте. Аллелопатический фон под ними благоприятный для роста некоторых растений, привыкших к такому соседству, но является препятствием для растений, не приспособившихся к нему. Уровень колинов в почвах резко колеблется на протяжении года и даже дней (например, в зависимости от осадков). Средствами агротехники можно влиять на содержание колинов и тем самым руководить химическим взаимодействием растений.

Аллелопатия на полях

Аллелопатия — новая научная проблема, о ней говорят и пишут еще немного, хотя она имеет, без сомнения, большое будущее. Каждому понятно, например,

как важно научиться регулировать количество колинов в почве. Если их много, растения растут плохо, мало — растениям тоже чего-то не хватает. Наилучший урожай можно получить, когда количество колинов такое, какое стимулирует рост растений.

Парализаторы, или колины, выделяются не только живыми растениями. Их немало и в мертвых пожнивных остатках, сорванных сорняках, органических удобрениях. Пожниво, ботва, плеть и другие остатки, которые мы запахиваем в почву, не всегда приносят пользу. Иногда они могут навредить последующей культуре, особенно если не успели перегнить и запахиваются в сухую песчаную почву. Наименьшее количество колинов в пожнивных остатках зерновых и зернобобовых культур, собранных созревшими, больше — в зеленом удобрении и культурах зеленого конвейера, и больше всего — в остатках огородных культур, свеклы, табака.

Никогда не следует запахивать срезанные лозы на виноградниках или срезанные ветки в саду: в них содержатся очень вредные для растений вещества, которые к тому же выделяются из древесины в течение нескольких лет.

Если внести в почву много неперепревшего соломистого навоза, растения начнут «выгорать» — у них прекращается рост, листья, словно припаленные, желтеют и краснеют с концов. Считают, что подобное «выгорание» вызывается повышенной концентрацией солей в песчаной почве в сухую погоду, так как оно не наблюдается в случаях, когда неперепревший навоз вносят в черноземную или хорошо увлажненную почву. Это утверждение попало в учебники по земледелию, но экспериментально оно не доказывается. В самом деле: с неперепревшим навозом мы вносим в почву больше со-

лей, а «выгорание» не наблюдается, с минеральными удобрениями — еще больше, но при правильном применении их никаких вредных последствий не бывает.

Причина «выгорания» иная: растения отравляются колинами, которые содержатся в неперепревшем навозе, навозной жиже, птичьим помете. В них много гетероауксина и других очень активных веществ. В частности, гетероауксин, или бета-индолилуксусная кислота, образуется в организме животного или человека при разложении аминокислоты триптофана и гормонального вещества крови — серотонина. В литре мочи содержится обычно 1—3 мг гетероауксина, но довольно часто его бывает и больше. Например, у одного юноши за сутки выделялось до 24 мг гетероауксина, хотя он был вполне здоровым. В таких концентрациях гетероауксин уже может действовать подобно гербициду. Кроме него, в упомянутых материалах находят другие индолпроизводные вещества, различные кислоты, аминокислоты, аммиак, продукты распада белков и азотистых основ.

Во время хранения навоза происходит его дальнейшее разложение. При этом гетероауксин почти исчезает, образуются некоторые витамины, общий уровень колинов уменьшается в десятки или даже сотни раз, так что они способны только ускорять рост.

Колины, как и всякие другие вещества, поглощаются почвой: больше — черноземной, карбонатной и илистого состава, в меньшей мере — оподзоленными, песчаными. Вот почему на почвах с небольшой адсорбционной способностью происходит значительное «выгорание» растений.

В сельскохозяйственном производстве одними минеральными удобрениями обойтись нельзя; хотя бы периодически, один раз в несколько лет, необходимо вносить

органические удобрения: навоз, торфо-навозные компосты, речной и озерный ил, запахивать люпин, посеянный на зеленое удобрение, и т. д. Доказано, что внесенные в землю азот, фосфор, калий и другие элементы золы дают меньший эффект, чем навоз с таким же количеством этих веществ. Предполагают, что органическое вещество необходимо для подкормки почвенной микрофлоры, которая будто бы улучшает минеральное питание высших растений. Однако прямыми опытами это еще не доказано. Правда, с внесением в почву органических веществ деятельность микрофлоры усиливается, и такое усиление происходит параллельно активизации ростовых процессов у растения, так что возможно, что некоторая правдоподобность в этом объяснении есть. Более вероятным кажется непосредственное положительное действие органических физиологически активных веществ, которые активизируют поступление питательных веществ и воды в растения, способствуют росту корней, лучшему освоению объема почвы и т. п.

Вся многовековая практика земледелия доказывает, что для оптимального роста растений необходимо определенное содержание в почве органических веществ, следовательно, и их активной части — колинов. Если в почве чрезмерно много органических веществ, средствами агротехники стараются уменьшить их количество. Так чаще всего бывало, когда существовала подсечная система земледелия. Лес, кустарники, траву просто сжигали, крепкий дерн срезали, укладывали поверх хвороста и поджигали (так называемый «кубыш»). Слишком частые вспашка, боронование, известкование, внесение минеральных удобрений приводят к быстрому разрушению нестойкого органического вещества

и даже к уменьшению запасов постоянного перегноя, гумуса в почве. В таких случаях возникает необходимость во внесении органических удобрений.

Эти средства регулирования органического вещества в почве были разработаны эмпирически, то есть опытным путем. Мы и теперь хорошо не знаем настоящих причин такой потребности растений в колинах. Дальнейшее изучение этих вопросов позволит нам учесть биологические требования и тем самым достичь увеличения продуктивности различных культур.

Уже сейчас можно говорить, что для этого будет необходимо. Прежде всего нужно исследовать колины — их химический состав, в каких почвах, когда и сколько их накапливается. Нужно установить, какого содержания колинов в почве требует каждое культурное растение. А что требования неодинаковы, — свидетельствует хотя бы наличие так называемых пластовых культур, то есть таких, которые наилучшим образом растут по пласту многолетних трав: яровая пшеница, просо, арбузы, лен. Другие же культуры пласт, как говорят, недолюбливают. Это, конечно, связано каким-то образом с их стойкостью против избыточного содержания колинов и с высокими требованиями к наличию колинов в почве.

Необходимо также научиться регулировать содержание колинов в почве. Зная химическую природу колинов, можно будет заменить их химическими аналогами и вместо трудоемких процессов по изготовлению и внесению больших масс органических удобрений ограничиться внесением нескольких килограммов искусственных колинов на гектар.

Решить столько проблем очень сложно, но над ними начали работать крупные научные коллективы, и мож-

по надеяться, что в скором времени мы овладеем и этим значительным резервом повышения продуктивности бескрайних полей нашей Отчизны.

Испорченный картофель

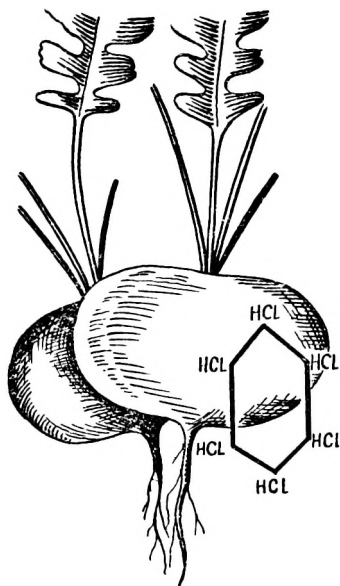
Известно, что о вкусах не спорят. Но каждый согласится, что приятней есть пышный хлеб, рассыпчатый картофель, ароматные фрукты, чем невкусные или с неприятным запахом продукты.

Вот еще один пример аллелопатической проблемы.

Кому приходилось покупать на рынке картофель, тот не раз слышал от продавца: «Берите мою. Вкусная, мы под нее удобрений не вносили». В чем же здесь дело? Неужели и на самом деле удобрение лишает картофель приятного вкуса?

«Глупости» — скажет выпускник сельхозинститута, ибо так его не учили на лекциях. «Кто знает, может и так» — ответит агроном с опытом. «Наука этим не занималась» — будет в нерешимости научный работник. И действительно, сотнями опытов определяли, как влияют различные удобрения на урожайность, содержание крахмала, белка, на продолжительность хранения клубней картофеля, на содержание сахаров, аминокислот и чего угодно. Но я не знаю ни одного труда, в котором ставился бы вопрос: каким же картофель становится на вкус? Вероятно, ученые когда-нибудь этим все же займутся. А пока что рассмотрим, могут ли различные вещества, не только удобрения, испортить вкусовые качества картофеля.

Оказывается, могут. Припоминаю, лет пятнадцать тому назад в сельском хозяйстве начинали широко



Инсектициды поглощаются овощами.

применять для борьбы с вредителями гексахлоран. Насекомые еще не успели к нему приспособиться, и он действовал безупречно. Были хозяйства, в которых вносили тогда гексахлоран под картофель, чтобы уничтожить личинки майского жука, медведки и других вредителей, либо просто так — для профилактики. Картофель уродил на удивление — красивый, чистый, ровный, ничем не поврежденный. Но случилась беда — его невозможно было есть, так как он напитался сильными запахами гексахлорана. Даже картофель, который высаживали на этом месте в последующие годы, воспринимал запах инсектицида. Таким образом, если

удобрения содержат какие-то вещества с неприятным запахом, вполне возможно, что ими будет пахнуть и картофель. Больше того, это относится и к непахучим органическим веществам, например, антибиотикам, алкалоидам, полезным и ядовитым соединениям.

Только ли у картофеля такой «капризный характер»? Нет, любое растение способно поглощать корнями и листьями из почвы и воздуха сложные минеральные и органические соединения и накапливать их в тканях.

В Японии довольно часто как удобрение употребляют отходы рыбоконсервной промышленности и рыбную муку. Поэтому овощи имеют там рыбный привкус, который неприятно поражает иностранцев (сами японцы к нему привыкли). Во время XVIII Олимпийских игр в Токио овощи для приезжих участников и гостей завозили из-за океана.

Наверное, наилучшим примером того, что органические вещества почвы поступают в растение и изменяют его качества, является виноград. Любой винодел расскажет вам, что каждое вино имеет свой характерный букет, то есть неповторимые сочетания ароматических и вкусовых качеств. И этот букет зависит не только от сорта винограда и технологии приготовления вина, но и от места, где выращивались кисти. Можно пересадить черенки определенного сорта в любую почву, получить вино, но оно не будет иметь того букета.

Таинств вина еще не разгаданы. Но вот что рассказывает французский ученый Н. Сезар. Столовое вино под названием «Русетта» довольно распространено во Франции, но только у трех виноделов оно имеет тонкий запах фиалок. Эти виноделы оградил свои усадьбы трехметровой бетонированной стеной, однако ученый догадывается, в чем состоит секрет их вина. По его мнению, фермеры высаживают между лозами касатики флорентийские, корни которых выделяют эфирное масло с ароматом фиалки. Виноград поглощает масло, и поэтому приготовленное из него вино приобретает аромат фиалки. Придя к такому выводу, Н. Сезар проделал интересный опыт. Его виноградник граничил с посадкой черной смородины. Он собрал виноград с крайних кустов отдельно и приготовил из него вино. Оно имело отчетливый привкус смородины. У вина из такого

же винограда, растущего несколькими метрами дальше, привкуса смородины не было.

Способность питаться готовыми органическими соединениями из почвы свойственна всем растениям. Некоторые из них, те, что ведут паразитический образ жизни, вообще питаются исключительно органическим веществом, созданным другими организмами. Большинство же зеленых растений обеспечивает себя за счет фотосинтеза, но все-таки не пропускает случая воспользоваться готовой органикой. Например, хлорелла может 30—40 процентов своих потребностей удовлетворять именно таким образом. Эвгленовые водоросли вообще часто переходят полностью на животный способ питания, теряя хлорофилл.

Высшие зеленые растения поглощают из почвы не очень много органического вещества: по нашим подсчетам, не более нескольких процентов собственного веса. Но и этого бывает достаточно, чтобы существенно изменились их качества.

Подобное действие органических веществ на растения является одной из важнейших проблем аллелопатии. Ведь колины в почве происходят из одних растений, поглощаются и действуют на другие растения — это и есть аллелопатия.

Доброжелательные соседи

Можно успешно вырастить растение без применения органических соединений и вмешательства каких-либо микроорганизмов. Но это вовсе не означает, что растению не нужно ни то, ни другое. Наоборот, наука и практика доказывают, что чем более активна микроби-

ная жизнь в почве, тем лучше произрастают и развиваются высшие растения. Корни распространяются у них в тех же горизонтах, что и микрофлора. Максимум развития микрофлоры совпадает во времени с развитием высшего растения. Связь здесь взаимная, происходит обмен продуктами жизнедеятельности различных организмов. Растению нужны не только азот, фосфор, калий и другие минеральные элементы, оно поглощает витамины, антибиотики и все другое, что производят бактерии, грибы, актиномицеты, почвенные водоросли и т. п. В свою очередь растение выделяет сахара, аминокислоты, органические кислоты и т. д., которые служат питанием для микроорганизмов.

Может быть, этот «товарообмен» очень незначителен и его не стоит принимать во внимание? Нет, это не так. В пахотном слое почвы на 1 га приходится 6—8 т микроорганизмов; за лето сменяется 20—40 их поколений. Вот и подсчитайте, сколько органического вещества,— а производят его только высшие растения,— необходимо для жизни микроорганизмов. И сколько веществ они сами продуцируют для высшего растения. Эти «торговля на взаимовыгодных основаниях» составляет сотни и тысячи килограммов веществ на гектар.

К сожалению, науке мало что известно об этом «товарообмене». До последнего времени господствует мнение, будто бактерии только тем полезны, что разлагают, минерализуют органическое вещество в почве и таким самым высвобождают зольные элементы для растений. Действительно, это так. Но, кроме того, в жизни высших растений довольно большую роль играют выделения микроорганизмов и вообще физиологически активные вещества в почве.

Об органическом питании растений пока что извест-

но очень мало. И это обидно, потому что знать о нем просто необходимо. Например, в последние годы усиленно пропагандируется нефтяное ростовое вещество (НРВ), точнее, водный раствор солей сложных нефтяных кислот, извлеченных из нефти во время ее очистки. На гектар вносится совершенно незначительная доза НРВ. Подобная обработка почвы стоит очень дешево и иногда дает неплохие результаты. Широкая проверка НРВ в производственных условиях не дала четких результатов, и, пока мы не знаем механизма действия органических физиологически активных веществ, мы не можем объяснить, почему это вещество в одних случаях стимулирует рост, а в других угнетает его или не оказывает влияния, хотя применялось оно в одинаковых условиях.

Пропагандируются также биоминеральные удобрения (БМУ). Они изготавливаются из торфа или бурого угля, к которым добавляются минеральные удобрения и закваска из некоторых бактерий, ферментирующих и перерабатывающих всю эту массу. БМУ действуют как будто бы всегда хорошо. Однако их нужно вносить до 10 т на гектар! При этом значительная часть БМУ — обычный балласт: вода, неусваиваемые вещества. Перевозка БМУ с заводов, где их изготавливают, за десятки километров на поля — довольно дорогое дело. А для того, чтобы сделать БМУ более концентрированными, компактными, необходимо опять-таки знать, что именно в них оказывает положительное влияние на растения. Если бы было известно, можно было бы ограничиться в десятки раз меньшим количеством биоминеральных удобрений.

Почему же ученые, не выяснив точно механизма действия удобрений, рекомендуют применять НРВ и БМУ?

В этом нет ничего удивительного. Практика не может ожидать, пока наука расшифрует все тайны живой природы. Есть немало других приемов в сельском хозяйстве, которые применяются на основании чисто эмпирических опытов, без достаточного теоретического обоснования. Пройдет время — и «ножницы» между практическим применением и теоретическим изучением физиологически активных выделений микроорганизмов исчезнут. Но они возникнут где-то в другом месте. «Ножницы» между практикой и наукой будут существовать всегда. Всегда в разрешении одних проблем практика будет обгонять науку, которая только задним числом объяснит издавна известный практике процесс, а в решении других, наоборот, наука, будто прожектором, далеко вперед осветит путь практике.

Ловчие пояса

В живой природе есть немало приспособлений, которые очень напоминают те, что придуманы человеком для своих потребностей. Вот пример. В садоводстве применяют так называемые ловчие пояса: обмазывают клеем стволы плодовых деревьев. Благодаря таким кольцам погибает много вредителей, которые поднимаются по стволу к веткам кроны. Ловчие пояса не позволяют вредителям попасть на дерево и защищают урожай.

Подобные приспособления созданы самой природой у многих растений. У клейкой смоловки, у ушанки херсонской немного ниже соцветия над влагалищами парных листьев расположены железы, вырабатывающие липкое бурое вещество, которое сплошным слоем

покрывает стебель. Липкая масса не высыхает и не растрескивается водой, не остывает на холоде и не растапливается в жару. Следовательно, ни засуха, ни дождь не могут повредить ловчие пояса этих растений.

Возможно, ловчие пояса имеют еще какое-то биологическое назначение. Химический состав липкой смолы хорошо не выяснен. Вполне возможно, что в него входят ядовитые для насекомых вещества.

Растения меняют «профессию»

Горчица полевая спокон веков была сорняком. Но недавно ее начали культивировать как масличное и кормовое растение. Злостный враг превратился в друга человека. Это растение прорастает очень рано, быстро образует значительную зеленую массу, а семена его содержат свыше 30 процентов масла, которое напоминает рыжиковое. Благодаря своей нетребовательности, стойкости к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям полевая горчица хорошо растет на различных почвах и дает высокий урожай.

Случай, когда растение меняет «профессию», не единичный. Ученые установили, что рожь, например, давным-давно тоже была сорняком, засорявшим посевы пшеницы. Особенно вытесняла рожь посевы пшеницы в предгорных районах, в суровых условиях, которые она переносила лучше, чем древняя пленчатая пшеница — полба, и тем более, чем культурные голосемянные формы пшеницы.

Земледельцу ничего другого не оставалось, как молотить вместо пшеницы почти непригодную в пищу дикую рожь. Пришлось переделать рожь-сорняк в рожь-

хлеб. Сотни и тысячи лет прошли, и случилось чудо: жалкие пленкоподобные зернышки дикой ржи превратились в налитые, тяжелые, зеленовато-серые с золотистым отливом зерна петкуской или лисицынской ржи.

И гречишу приручили люди, и рыжик, и десятки других видов. Тучнеют растения, попадая «из грязи в князи», семена у них становятся тяжелыми, налитыми питательными веществами, крахмалом, белком или маслом. Вместе с тем они становятся нежнее, начинают бояться своих недавних «коллег» — сорняков. Природа растения изменяется. При этом некоторые растения стали полиплоидами, то есть приобрели двойной или четверной состав хромосом по сравнению с выходной формой, другие возникли в результате наследственной фазциации, то есть разрастания стебля, розетки листьев или плодов. Считают, что початок кукурузы, головка кнусты — результат фазциации.

Вообще сорняки имеют ряд особенностей, которые были бы очень ценными для культурных растений, — например, исключительную жизнеспособность, морозоустойчивость и засухоустойчивость, способность к неограниченному росту и размножению. Пока сорняки вредят нам, эти их особенности очень нежелательны, так как благодаря высокой жизнеспособности они легко преодолевают сопротивление культурных растений и требуют значительных затрат для борьбы с ними. Если бы наши пшеницы, ячмени, овсы, кукуруза могли расти как сорняк, намного легче было бы их выращивать и ухаживать за ними.

Иногда бывает и наоборот. Высевают растение как полевую или декоративную культуру, а оно начинает дичать, становится сорняком. Возьмем, к примеру, хотя бы подсолнух в южных районах Украины. При небреж-

ной уборке урожая много семян теряется. Они хорошо зимуют в почве, а весной появляются густые всходы, с которыми приходится бороться, так как они могут заглушить последующие посевы. Кстати, подсолнух совсем недавно превратился в культурное растение. Завезли его к нам из Северной Америки вместе с другими декоративными растениями. Вообще в Северной и частично в Южной Америке насчитывается свыше 50 видов подсолнуха. Большинство из них — многолетние, образуют на корнях клубни. Известная земляная груша, или топинамбур, выведена из таких форм. Подсолнухи на своей родине — типично дикие растения, встречаются в травостое прерий как постоянные компоненты степных группировок. Существует много красивых многоцветных форм подсолнуха, которые украшают сады и парки.

Завезенный в Россию из Мексики однолетний подсолнух обратил на себя внимание крестьянина Воронежской губернии Алексева, который получил из его семян вкусное и питательное масло. С того времени подсолнух неузнаваемо изменился и начал завоевывать всемирное признание как масличная культура. Еще до второй мировой войны его выращивали почти исключительно в Советском Союзе, а теперь культивируют во многих странах, в том числе в США, Мексике, Аргентине, откуда когда-то был завезен его дикий предок.

Иногда случайно завезенное невинное растение в новых условиях превращается в очень агрессивный сорняк. Это случилось со многими растениями, попавшими в Европу с других континентов. Например, крупное травянистое растение циклахена, или ива, когда-то было завезено во многие ботанические сады. Вспомнив, что в Северной Америке индейцы получали из ее семян

масло, ученые решили «приручить» циклахену. Однако растение распространялось как очень надоедливый сорняк, вначале на заброшенных свалках, в огородах, а со временем появилось и на полях. Попад в новые условия, циклахена начала изменяться, образовывать новые, более приспособленные формы.

Любое растение человек может использовать для своих потребностей. И использует. Все больше дикорастущих форм получают новую «профессию», становятся культурными растениями.

Огонь полей

Агро — поле, пирум — огонь; агропирум — огонь полей. Так называется по-латыни пырей. В украинском, русском и большинстве иных славянских языков в названии этого растения сохраняется тот самый огненный «пир». И не без оснований: наверное, не найти более въедливый и трудно уничтожаемый сорняк, чем пырей.

В давние времена, когда применяли так называемую переложную систему земледелия, целинную степь распахивали, несколько лет выращивали пшеницу, овес, горох или репу, пока почва не теряла плодородности, а потом землю оставляли для залежи, не обрабатывали. Вот тогда и начинал господствовать пырей. В течение нескольких лет он вытеснял с залежи все другие сорняки и произрастал здесь 8—10—15 лет, пока аутоинтоксикация собственными колосами и выпасание скота (сено и трава пырея — наилучший подножным корм) не приводили к замене его мятликом, ковылем, овсяницей и другими типичными степными растениями.

Живучесть и устойчивость пырея необычайны. Сила его заключается в вегетативном размножении при помощи корневищ с глазками. Достаточно, чтобы небольшой кусочек корня пырея — всего в полсантиметра и расщепленный вдоль — попал в почву, как из него вырастет новое растение, а из растения — куртина, а из куртины — сплошное поле пырея. Даже в целинной степи подземные побеги пырея разрастаются во все стороны со скоростью от 20 см до 2 м в год. Человек пахотой и рыхлением почвы только способствует размножению и расселению пырея. Ржавчина, мучнистая роса, вирусы почти не задевают его. Не боится он и растений. Многим, наверное, приходилось видеть клубни картофеля, пронзенные насквозь острыми копьями подземных корневищ «огня полей».

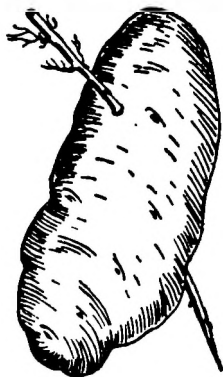
Однако говорят, что нет такой гайки, к которой нельзя было бы подобрать ключ. Корневища пырея погибают, если их подсушить. На этом и основана известная пахота «на перегар», когда корневища выносятся на поверхность во время жаркой сухой погоды. Пырей также не терпит плотных неаэрированных почв, заболоченных участков, а если долго произрастает на одном месте, он отравляет себя своими корневыми выделениями.

Непреодолимая жажда пырея к жизни обратила на себя внимание ученых. Академик Н. В. Цицин, например, решил скрестить пырей с пшеницей или рожью, чтобы гибрид имел стойкость, жизнеспособность пырея, а зерно — свойства пшеницы и ржи. Задача оказалась довольно нелегкой. Межродовое скрещивание дает неспособное к размножению потомство, а растения из родственных семян уклоняются в развитии, как правило, в сторону одного из родителей — или пырея, или

пшеницы. Тысячи неудач пережил исследователь, но гибриды были созданы. Они еще далеко не совершенны, не такими видел их Н. В. Цицин в своем воображении много лет тому назад. С ними еще нужно поработать, но они уже вышли на поля и дают полезную продукцию.

А почему бы не использовать пырей шире? Почему бы не «приручить» его? Ведь у него столько полезных для нас свойств. Над этим стоит подумать и поработать.

Мало кто знает, что среди лета пырей впадает в состояние покоя, то есть прекращает рост, как будто спит. Впадают в состояние покоя, собственно, не надземные части, а подземные побеги — корневища. Это явление почти не исследовано. Мы провели только некоторые первые наблюдения. Проведите такие опыты. Накладывайте через каждые десять дней, начиная с весны, немного корневищ пырея где-то в определенном месте. Очистив корневища от старых оберток, порежьте их кусочки длиной в 1 см так, чтобы посередине каждого отрезка был глазок. Положите 15—20 кусочков на влажную фильтровальную бумагу в чашки Петри в комнате с рассеянным дневным освещением. Проследите, как будут прорастать глазки. Отметьте период покоя, когда он начался, когда окончился. Попробуйте определить, какие факторы (засуха, высокая температура, продолжительность дня и т. п.) заставили пырей впасть в состояние летнего покоя.



Картофель, пронзенный корневищем пырея.

Растительное молоко

В 1935 г. во время итало-абиссинской войны произошел такой случай. Фашистский батальон пробирался сквозь джунгли. Вблизи населенного пункта Джибути перед ним внезапно возникла стена древовидных, похожих на кактусы растений с сочными безлистыми ветками. Солдаты начали прорубать себе путь ножами. С шумом падали деревья, из срубленных стволов вытекал белый, как молоко, сок.

Батальон захватил населенный пункт, но вечером фашисты начали жаловаться на головную боль и резь в глазах. К утру свыше трехсот солдат ослепли.казалось, сама абиссинская земля защищала себя от оккупантов. Вызвали врачебную комиссию. Осмотрев больных, специалисты определили, что слепота наступила в результате отравления организма паром молочного сока африканского дерева-канделябра.

Дерево-канделябр — близкий родственник распространенных в наших широтах молочаев. Название дерево получило за свою форму, напоминающую канделябр. С давних времен негры создавали вокруг своих селений живую изгородь из молодых молочайных растений, фитонциды которых неизменно защищали их от врага.

Растительное молоко не так уж редко встречается в природе. Существует, по крайней мере, три разновидности жидкости, подобной молоку, одна интереснее другой.

Прежде всего вспомним латекс, несъедобное «молоко» специальных молочных сосудов многих растений. Различные молочаи — одуванчик, осот, чистотел, гевея — производят белый, желтый или оранжевый сок,

напоминающий молоко. Этот сок содержит сахара, аминокислоты и их эфиры, пептиды, жиры и смолы, ферменты, витамины, алкалоиды и десятки других самых различных соединений.

Молочные сосуды, значительно разветвляясь, пронизывают все тело растения; сок в них часто находится под давлением и вытекает после надрезывания сосудов. Физиологическое назначение молочного сока и молочных сосудов не установлено. Кое-кто считает, что они служат для транспортировки пластических веществ. Действительно, у растений, имеющих хорошо развитые молочные сосуды, флоэма, то есть ткань, по которой перемещаются органические соединения, развита относительно слабо. Однако факт движения молочного сока в растениях не доказан. Другие ученые придерживаются мнения, что молочный сок — своеобразное запасное вещество. Однако почему в нем много ненужных для обмена веществ? Например, каучук в латексе гевеи составляет 90 процентов всего сухого вещества, а он практически в метаболизме участия не принимает. Точно так же и наличие алкалоидов заставляет думать, что, кроме функции запасного вещества, молочный сок может выполнять функцию защиты. Наконец, существует точка зрения, что молочный сок содержит отбросы. Это наименее правдоподобное предположение. Для чего удерживать отбросы в своем теле? Наоборот, растения имеют много приспособлений для выведения наружу ядовитых продуктов обмена веществ. К тому же растение не чувствует себя лучше, когда мы выцедим из него молоко, и старается снова наполнить им сосуды.

Для выяснения действительной физиологической роли молочных сосудов необходимы дальнейшие исследования. Чаще всего встречаются такие сосуды у расте-

ний, которые в процессе эволюции возникли позже. Однако образование молочного сока характерно и для грибов, особенно из рода агариковых.

Молочный сок растений играет немалую роль в жизни человека. Например, латекс гевеи, корней кок-сагыза, тау-сагыза содержит каучук, необходимый для изготовления покрышек для автомашин, обуви и одежды, шлангов, химического оборудования, изоляции электропроводов и тысяч других крайне нужных предметов. Гуттаперча — затвердевшая резина из молочных сосудов бересклета. Морфий, кураре, убаин, строфантин — сильнейшие яды и одновременно чудесные лекарства — также происходят из молочных сосудов различных растений. Морфий, входящий в состав опиума, добывают из зеленых головок опиумного мака. Сильные антимикробные свойства имеет также сок чистотела: достаточно, например, смазать им несколько раз бородавку — и она исчезнет.

Существует и другая разновидность растительного молока. Это — жидкий эндосперм, то есть ткань семян растений, в которой откладываются запасные питательные вещества. Внешне такая жидкость напоминает молоко, да и по составу имеет много общего с ним: содержит растворенные соли, сахара, кислоты, белки, жиры и другие соединения. И своим биологическим назначением жидкий эндосперм напоминает молоко животных: он служит для питания зародыша, растительного «младенца», до тех пор, пока тот не приобретет способность самостоятельно питаться.

Человек давно использует, например, молоко кокосовых орехов — прекрасный напиток, восстанавливающий силы, утоляющий жажду. Когда плоды созревают, из жидкого эндосперма на внутренние стенки ореха осе-

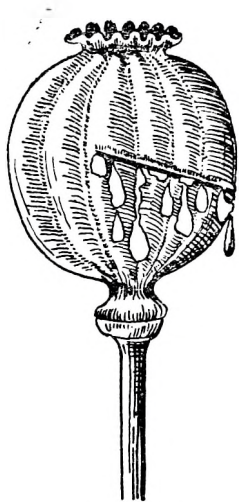
дает слой очень жирной маслоподобной массы — копры, из которой получают кокосовое масло.

По существу мука, из которой мы выпекаем хлеб или варим галушки, тоже является растительным молоком, только сухим, — ведь мука почти полностью состоит из эндосперма пшеничного или ржаного зерна.

Несмотря на то, что были проведены десятки тысяч анализов кокосового молока и других твердых и жидких эндоспермов, в их составе остаются еще неизвестные, но очень важные вещества. Например, чтобы получить растение моркови или цикория из одной клетки корня, необходимо эту клетку выращивать на питательной среде, в состав которой введено кокосовое молоко или молочко из недозрелых плодов конского каштана либо кукурузы.

Это и понятно. Ведь эндоспермы содержат много витаминов, ростовых веществ, очень питательных соединений: они являются концентратом, который сама природа приготовила для питания потомства растений.

Наконец, третий вид растительного молока — различные суррогаты, изготавливаемые преимущественно из семян сои. Плоды этого универсального растения очень богаты белком и жирами, причем соотношение их почти такое же, как и в молоке животных. Из соевой муки готовят на воде суспензию, очень похожую на



Получение молочного сока из зеленых головок опунного мака.

молоко. Из нее собирают сливки, масло. Она так же, как и молоко, скисает, причем из прокисшей суспензии можно отжать творог, а из творога получить белок. Из него можно изготовить такие же пластмассы, как и из обычного коровьего молока.

Конечно, все эти виды растительного молока не могут заменить настоящее молоко домашних животных. Однако следует помнить, что и настоящее молоко происходит из растений: прежде чем корова даст молоко, ей необходимо положить на язык корм — траву, сено, корнеплоды.

Сон растений

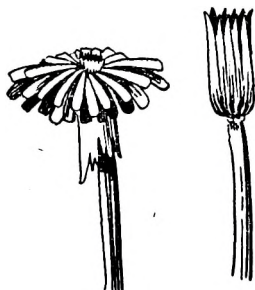
Сидя на крыльце перед заходом солнца, многим приходилось наблюдать в лучах вечерней зари, как перистые листочки белой акации постепенно свертываются навстречу друг другу, черешки листьев наклоняются книзу. Дерево как будто увяло, притихло. Говорят, оно «уснуло». Утром, при первой ласке горячего солнца, листочки снова оживут, расправятся, затрепещут на ветру, зашумят. Десятки видов растений «ложатся спать» на ночь. Закрывают свои цветы одуванчик, шафран и тюльпаны, свертывают кверху листья лен, картофель, клевер, фасоль, марь, склоняют их к земле конские бобы, конский каштан, раkitник, кисличник. Крыжовник на ночь прислоняет зеленые еще плоды поближе к веткам.

Этот «сон» не имеет ничего общего со сном животных. У животных сон — это отдых. Выключается деятельность некоторых нервных центров, отдыхают мышцы, замедляется дыхание, спокойно бьется сердце. Все

клетки тела приводят себя в порядок, избавляются от вредных продуктов обмена веществ, запасаются новыми материалами. Ну и, конечно, вообще ничего общего нельзя найти между сном растений и сном человека в смысле сновидений.

Растение ночью не отдыхает. Ночью, правда, отсутствует фотосинтез — один из главнейших процессов жизнедеятельности зеленых растений. Зато в них происходят сложные процессы роста и превращения веществ: из почвы поглощается ряд питательных веществ, которые хуже поступают днем, а другие питательные вещества, наоборот, в темноте выделяются наружу; фотосинтетические продукты, накопленные в виде крахмала в листьях, передвигаются в стебли, корни и растущие верхушки. Ночью происходят и другие важные процессы, которые обуславливают переход растений к цветению, — так называемый фотопериодизм определяется не столько светом (фото), сколько темнотой, вследствие чего некоторые исследователи считают более правильным фотопериодизм переименовать в никтипериодизм (никти — ночь). Краткодневные растения вообще не могут развиваться без темноты. Следовательно, ночь растениям нужна не для отдыха, а для совершения целого ряда важнейших — преимущественно малоисследованных еще — процессов жизнедеятельности.

Для осуществления биохимических процессов, как мы знаем, крайне необходимо тепло. Ночью же часто бывает холодно. Растение, не имеющее собственной ре-



«Сон» корзинок одуванчика.



Мать-и-мачеха.

гуляции температуры тела, как это свойственно, например, высшим теплокровным животным, охлаждается одновременно с почвой или воздухом, жизненные процессы в нем замедляются, замирают. Свертывание же листьев или цветов предупреждает охлаждение. Сложив листья, растение уменьшает свою поверхность, становится компактнее. Благодаря этому сокращается площадь испарения, ограничивается потеря тепла. Обратим внимание на еще одну деталь: листочки акации, картофеля, фасоли, мари, клевера, мать-и-мачехи сверху темно-зеленые, а снизу — сероватые, словно покрытые тонким белым пушком или пылью. У «спящего» растения наружу обращены именно нижние, беловатые поверхности листьев. А мы знаем, что белое тело излучает намного меньше тепла, чем темное. Вот и в этом кро-

ется мудрое приспособление растений, помогающее лучше переносить неблагоприятные условия.

Днем под лучами солнца растение накапливает вещества, поглощает углекислый газ из атмосферы; в процессе фотосинтеза создает сахара, аминокислоты, белки, жиры. Процессы роста днем обычно заторможены, совершаются не в полную силу. Растет растение преимущественно ночью — строит свое тело из накопленных в течение дня веществ; размеры урожая, таким образом, зависят не только от фотосинтеза, но и от ночной жизни растения. Если ночи стоят очень теплые, душные, горячие, в растениях происходит усиленный процесс распада веществ, возникает так называемое непродуктивное дыхание, ассимиляты расходуются не по назначению, перегорают напрасно в ненужное тепло. Если ночи очень холодные, ассимиляты плохо используются для роста, остаются в листьях, а потому на следующий день фотосинтез происходит слабее, чем мог бы: ассимиляты в листьях действуют наподобие замедлителей фотосинтеза. Следовательно, для наилучшего существования растениям необходимо определенное соотношение дневных и ночных температур.

Приспособление ко «сну» является одним из средств регулирования температуры. Особенно важное значение оно имеет для молодых органов — почек, верхушек, шишек, поэтому они закрываются на ночь чаще, чем более старые органы растения.

В 1963 г. на Украине погодные условия весной и в первой половине лета были как будто очень благоприятны для роста растений, во всяком случае в большинстве районов. Запасы влаги в почве благодаря обильным дождям 1962 г. достигли довольно высокого уровня. Однако многие культуры, особенно зерновые — озимь,

мая и яровая пшеница, рожь, ячмень, овес,— развивались очень неудовлетворительно, образовали низкорослую солому, незначительную надземную массу. Затем, как известно, началась сильная засуха, которая и считается официальной причиной значительного недобора зерна и другой сельскохозяйственной продукции в 1963 г. Однако главной причиной этого явились холодные ночи. Даже в южных районах республики в июле температура воздуха ночью составляла только 9—10°С, а в северных она опускалась еще ниже. Ночи были преимущественно безоблачные, звездные, а в такую погоду происходит сильное охлаждение растений вследствие прямой инфракрасной радиации, так что их собственная температура была на 2—4°С ниже температуры воздуха.

Поэтому, хотя в начале вегетации влаги в почве было вполне достаточно, растения развивались очень плохо, земля под ними продолжительное время оставалась обнаженной. В то же время, кто припоминает, бобовые растения — горох, клевер, эспарцет, горошек посевной, люцерна — развивались на удивление буйно. В большинстве хозяйств получили высокий урожай этих культур, хотя все другие растения дали очень низкую продуктивность. Это объясняется лучшей приспособленностью многих бобовых культур к перенесению ночного холода: они умеют «спать» ночью, а злаковые растения не умеют.

Засуха же 1963 г. только довершила пагубное влияние ночного холода.

Природу злаковых растений можно переделать так, что они будут «спать» ночью. Как показывают опыты советских ученых, в условиях высокогорья Памира на высоте 4500—5000 м над уровнем моря, где темпера-

тура воздуха ночью в летнее время часто опускается до 0° С и ниже, местные растения в эту пору суток почти полностью прекращают свою жизнедеятельность. Этот ритм у них наследственный: перенесенные в иные, более благоприятные условия, в теплые ночи они все равнопадают в такой физиологический «сон». Ячмень, картофель и некоторые другие растения, которые выращивались в течение нескольких поколений в высокогорьях Тамира, изменили свою физиологию. Все жизненные процессы они переносят на дневное время, а ночью действительно «спят».

Часто физиологи растений и агрономы недооценивают ночную жизнь растений. Большую часть наблюдений и опытов проводят только днем, в то время как очень важные жизненные процессы происходят в растениях ночью.

Заглав

Мы уже говорили выше о том, что ночью растения способны до некоторой степени регулировать свою температуру. А днем? В жару это им необходимо не в меньшей мере. Если в пасмурную погоду температура листьев мало отличается от температуры окружающего воздуха, то в ясную погоду разница может достигь 22° С, так как темно-зеленые листья нагреваются прямыми солнечными лучами.

Для предупреждения этого у растений существует множество приспособлений. Среди них важнейшие — транспирация, или испарение воды. Корни, всасывая воду, подают ее в надземные части, откуда она испаряется через поры, неся охлаждение листьям. Это очень

удачное средство, ведь вода — самый большой и самый интенсивный поглотитель тепла. Благодаря транспирации происходит передвижение различных веществ из корней в надземные части. Транспирационный поток напоминает в какой-то мере кровообращение у животных и человека.

Однако воды довольно часто нехватает, чтобы обеспечить транспирацию и необходимое охлаждение растений. Поэтому у многих растений, растущих на открытых для солнечных лучей местах, на поверхности листьев и стеблей образуются различного вида опушенности, восково-белый налет и т. п. Эта «одежда» имеет такое же назначение, как и белый костюм человека в солнечную погоду, — она отражает лучи или, подобно толстому ватному халату в жаркой пустыне, защищает от перегрева днем и от охлаждения ночью.

Листья ковыля, кукурузы в жаркую пору дня совершенно свертываются, будто самокрутки из газеты, свисают книзу, стараясь таким образом избежать перегрева.

И все-таки перегрев растений случается довольно часто. В июле и сентябре на листьях конского каштана, рябины и многих других деревьев, даже на листьях кряжистого дуба можно нередко увидеть желтые или бурые кромки. Поврежденные листья отмирают, преждевременно опадают.

Это — запал, подгорание листьев вследствие воздействия сухого и горячего ветра, ожоги, причиненные прямыми солнечными лучами. Перегрев может явиться причиной гибели растений: во время суховея пшеница буквально в течение нескольких часов превращается в нескошенное сено — полуживые, «сваренные» растения, от которых не получишь уже зерна. Во время запала в

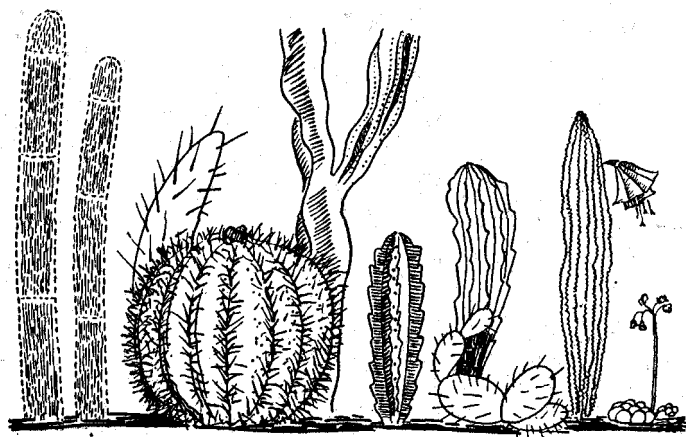
растениях происходят ненормальные процессы. Аммиак, который обычно тесно связан с аминокислотами, отщепляется в свободной форме и отравляет некоторые ферменты, осуществляющие процесс дыхания. Вследствие этого появляются новые ядовитые продукты. Живая протоплазма увеличивает проницаемость, начинает коагулировать и в конце концов погибает. Растение отчаянно борется с запалом, часть тканей листьев удаётся восстановить, а часть все-таки погибает.

Проследите за этим явлением сами. Обратите внимание на то, какие породы деревьев больше страдают от запала, где он бывает чаще — в лесу, на поляне или в городе, на каких ветвях — молодых или старых — его больше.

Растения-подушки

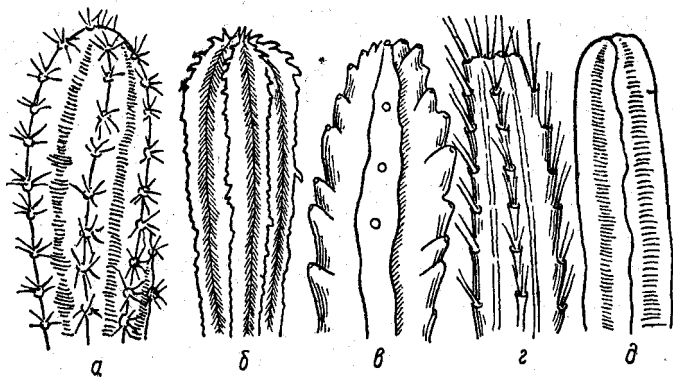
Трудно на земном шаре найти уголок, не заселенный живыми существами. Даже в безводных пустынях на обожженном песке и камне встречаем мы растения. Суровые условия существования принуждают их приобретать причудливые, необычные формы. Глядя на такое создание пустыни, не всегда сразу узнаешь в нем растение. У растений, живущих в пустыне, часто исчезают листья, функцию воздушного питания — фотосинтеза принимают на себя зеленые стебли. Надземные органы становятся мало разветвленными, округлыми, покрываются крепкой кутикулой, или надкожицей, чтобы меньше испарялось воды. Растение приобретает так называемую суккулентную структуру.

В Мексиканской пустыне растут хорошо известные всем кактусы. Наименьшие представители этого семей-



Различные виды суккулентов.

ства давно уже заняли почетное место у нас среди других комнатных растений, однако мало кому известно, что у себя на родине 2—3-метровые кактусовые леса — вовсе не чудо. Большая разветвленная корневая система кактусов перехватывает воду, которая поступает в почву во время скудных зимних дождей, а сочные стебли накапливают и очень экономно ее расходуют. Поскольку живые клетки кактусов имеют довольно слабый контакт с атмосферой, чтобы не испарять много воды, они не могут в достаточной мере обеспечить себя углекислотой. Поэтому у них развилась способность к внутреннему кругообороту углекислоты. CO_2 , образовавшаяся ночью в процессе дыхания, не выделяется наружу, а связывается в органических кислотах и накапливается в соке клеток. Днем эта углекислота вос-

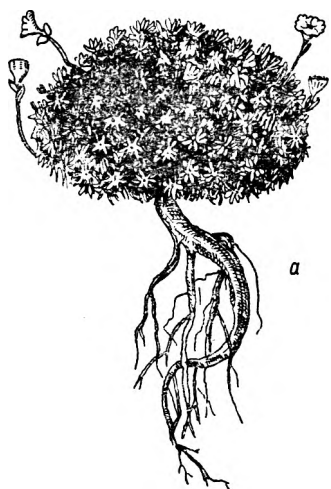


Примеры конвергентного образования суккулентной структуры под влиянием сухого климата:

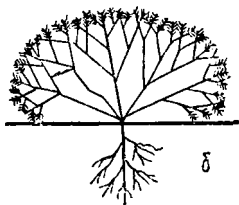
а — цереус (кактусовые); **б** — молочай (молочайные); **в** — геурния верекери (листоные); **г** — крестовник (сложноцветные); **д** — циссус кактусообразный (виноградные).

становливаются в процессе внутреннего фотосинтеза. Кроме шарообразных с колючками кактусов, похожих на ежей, и опунций, которые напоминают связку прикреплённых один к другому зелёных блинов, есть ещё бесчисленное множество различных форм кактусов. Встречаются, например, среди них совсем маленькие, прямоугольной формы, окрашенные в розовый, серый, сизый цвета. Их просто невозможно различить среди таких же угловатых цветных камешков скалистой пустыни.

Единственное, что напоминает неопытному наблюдателю растение в кактусе, это — цветы. Природа изменила в кактусе все, но цветы остались такими же, какими они были когда-то у его далеких предков, — пре-



a



б

Растение-подушка:

a — общий вид;
б — схема строения.

красные, большие, ярко-красные, оранжевые, со многими лепестками, от которых нельзя оторвать глаз. Не верится, что такое колючее, «злое» создание может так прелестно цвести.

В африканских пустынях растут очень похожие на кактусы молочаи. Неспециалист обязательно спутает их с кактусами, а они принадлежат к совершенно иному семейству растений. Это объясняется просто: сходные природные условия заставили различные по происхождению организмы развиваться в подобном направлении. Такое явление в науке называется конвергенцией, или совпадением признаков.

В нашей среднеазиатской пустыне растет дерево без листьев—саксаул. Он имеет очень глубокую корневую систему, которая в 20—30 раз тяжелее надземной части. Древесина саксаула дает высококалорий-

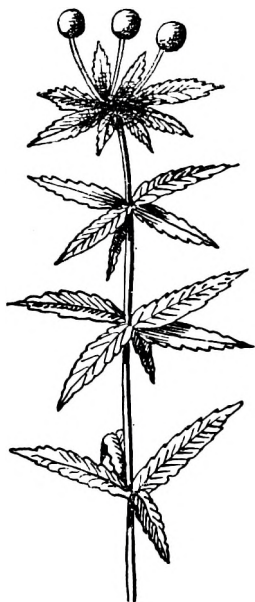
ное топливо, однако она настолько тверда, что распилить ее не так-то легко. Ствол расщепляют в длину клиньями, а затем ломают на поленья, разбивая о камень. Там, где помещение отапливают саксаулом, у порога специально

вканишиют большой камень, чтобы «рубить» об него дрова.

Наиболее распространены в пустыне растения-подушки. Собственно, это обыкновенные многолетние травянистые или кустарниковые растения, которые в благоприятных условиях ничем особенным не отличаются. В пустынях, на высокогорьях они образуют округлые шапкоподобные подушки. Это происходит таким образом. Росток, который пробился на поверхность песка или щебня, недолго тянется вверх. Жаркое солнце (имеются в виду его ультрафиолетовые лучи), безжалостные ветры, морозы, которые даже летом бывают по ночам, губят верхушку ростка. Однако растение живет — от корневой шейки отрастают новые молодые побеги. Они настойчиво тянутся вверх, но их верхушки ожидают такая же участь. И снова от их основы отрастают новые стебельки. Всякий раз эти стебельки становятся мельче и гуще, образуют розетку, плотный кустик. Со временем щели между стеблями забиваются песком, ветры шлифуют и полируют бугорок, из которого торчат только верхушечные почки и пучочки узеньких сухоребрых листочков. Отдельные подушки насчитывают сотни лет, растение словно законсервировано. Оно не может быстро расти, и жизнь его продолжается значительно дольше, чем в хороших условиях существования. Может быть, около этой подушки проходил Пржевальский, а росток, из которого она возникла, восходит еще ко временам Батыя?

Стебельки, корешки в подушках постепенно отмирают, редуцируются, образуют перегной. Песок становится более плодородным, начинает лучше задерживать воду. Около подушек могут поселяться другие растения. Мертвая бугристая пустыня оживает.

Верховое болото



Сфагнум.

Верховые болота... Это название болота получили не потому, что по ним можно ездить верхом на лошадях. Иногда по ним и пешком идти трудно. Это — болота, расположенные в зоне хвойных лесов Полесья и тайги на высоких местах с плохим стоком воды.

Поверхность такого болота покрыта слоем белого, чуть-чуть зеленоватого мха — сфагнума. Кое-где торчат невысокие искривленные сосны, местами пестреет кислая ягода клюква, разложила круглые со щетинками листочки росянка. Тихо на таком болоте; шаги приглушает мягкий ковер сфагнового мха, не слышно пения птиц, только где-то скрипит на ветру сухое дерево и в тон ему стрекочет сорока.

Своеобразно и нелегко существование обитателей верхового болота. Прежде всего, такое болото бедно питательными веществами. Дело в том, что под пушистым слоем мха лежит абсолютно мертвый ядовитый слой торфа. Частые дожди насквозь промывают легкий сфагновый торф, выщелачивают из него все, что может растворяться в воде. Бактерии не могут жить в нем, так как кислород на такую глубину не проникает. Поэтому торф не разрушается, не разлагается, а по-

постепенно нарастает слой за слоем, из года в год. Вот и вынуждены жители болот добывать себе пищу... из воздуха. Ведь в воздухе



Строение листа сфагнового мха.

содержится пыль; одновременно с дождем на поверхность почвы выпадают питательные вещества. Так, по данным Международного геофизического года, в Европейской части СССР на каждый гектар с атмосферными осадками за год вносится: азота 3—4 кг, хлора — 5 кг, кальция — 5—10 кг, серы — 10—20 кг. Это, конечно, не густо, но просуществовать как-то можно.

Если рассматривать стебелек и листья сфагнома при увеличении, можно увидеть, что они состоят из системы «кармашков», «кувшинчиков» и подобия иных сосудов, открытых сверху, чтобы улавливать как можно больше дождевой воды. В моховом укрытии эти стебельки плотно прилегают друг к другу. И действительно, ни одна капля не упадет мимо жадно открытых ловителей воды. Сфагновый мох легко вбирает 300—400 процентов влаги от веса своего собственного тела. Правда, удерживает он ее непрочно. В солнечную погоду вода очень легко испаряется. Для сфагнома важно только привлечь питательные вещества, находившиеся в воде, а после этого она ему не нужна. У сфагнового мха часто не бывает даже корнеобразных ризоидов, как у других мхов. Питается он исключительно дождевой водой, растет верхней почкой, а нижняя часть его постепенно погружается в торф и отмирает. Так и не знаешь, сколько же лет этому растению: верхняя розеточка листьев насчитывает всего от трех до пяти лет, а само

растение выросло впервые из споры, может быть, несколько десятков лет тому назад, когда на этом месте начало образовываться болото.

Клюква питается иначе. Она пускает корни по сфагнуму близко к поверхности. На корнях поселяются микоризные грибы, которые понемногу разрушают торф и подкармливают клюкву минеральными веществами. Клюква в свою очередь обеспечивает грибы органическим веществом, которое они самостоятельно образовывать не могут. Примерно таким же образом удастся здесь жить и сосне. Корни клюквы и сосны не погружаются глубоко в торф, следовательно, и они в конце концов зависят от питания, которое падает с неба.

Растения-хищники

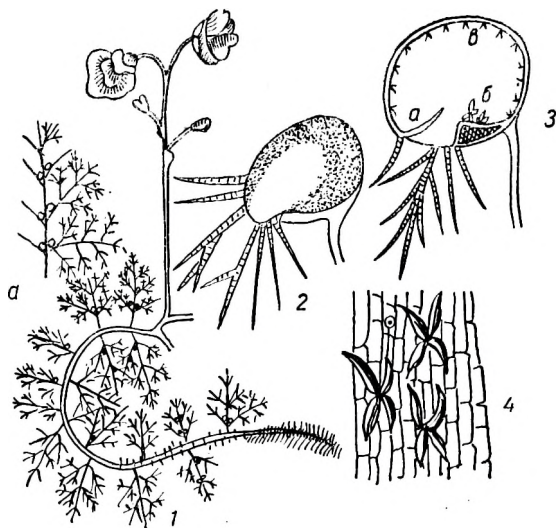
Муху привлекала капля прозрачной жидкости на круглом листике росянки. Это небольшое растение — житель торфяных болот лесной зоны — расставило во все стороны свои круглые на длинных черешках листочки, обсаженные тонкими булавоподобными волосками. Часть листочков свернута в кулачок, на некоторых против солнца блестят капли — будто роса. Поэтому и прозвали это растение росянкой.

Но каково же было разочарование мухи, когда манящая росинка оказалась невкусной, едкой, к тому же липкой. Муха попыталась лететь дальше. Но внезапно три или четыре клейкие щетинки из тех, которые торчат на краю листка, наклонились к середине и придавили муху. Да что те щетинки для мухи! Она решительно направила шаги своих шести ног в сторону, но на пути ее появились новые щетинки. Муха зажуужа-



Росинки круглолист-
ная.

ля, начала биться, уже не обращая внимания на липкую, ядовитую жидкость, листик даже задрожал от ее толчков, однако выхода муха не нашла. Все новые и новые щетинки охватывали ее со всех сторон, и в конце концов листок стал похожим на сжатый кулачок с де-



Пузырчатка:

1 — общий вид; на подводном стебле развивается большое количество мелких пузырьков (а); 2 — пузырек в увеличенном виде; 3 — пузырек в разрезе; видны клапан (а), веки (б) и поглощающие клетки (в); 4 — поглощающие клетки при большом увеличении. Мелкие рачки, попадая вовнутрь пузырька, обратно выйти не могут (клапан открывается только вовнутрь). Они погибают, а продукты разложения всасываются поглощающими клетками.

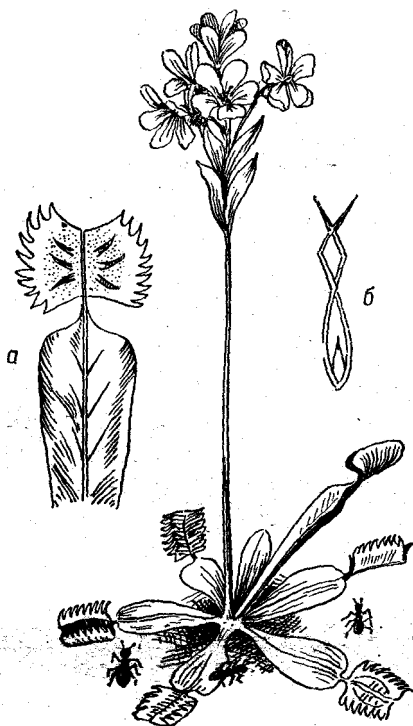
сятками тонких пальчиков. Еще некоторое время было слышно тонкое жужжание, затем все стихло.

Через две недели на развернутом снова листке лежал сухой скелет мухи. Муха, как и другие насекомые, свой скелет не прячет вовнутрь тела, подобно позвоночным животным, а носит его снаружи, будто костюм. Росянка съела муху. Подул ветерок — и легкие остатки не-

удачливой мухи полетели прочь. А на золотистой щетинке снова заблестали привлекающие капли.

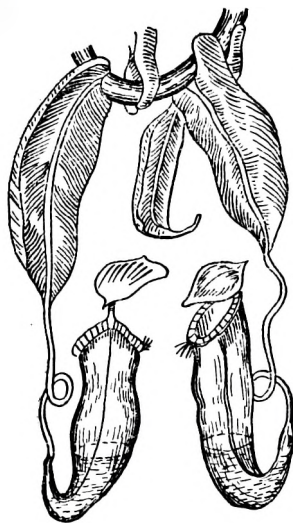
Почему росянка съела муху? И как она это сделала? Ведь зубов, пищевода и желудка у нее нет. Первым дал на этот вопрос ответ Чарлз Дарвин, а затем ученые нашли еще много подобных фактов, которые объясняют такое хищничество.

Растениям очень нужен азот. Тот самый азот, который составляет 78 процентов атмосферы и который крайне необходим для всего живого, так как из него строится белок — основа жизни. Но газообразный азот для растений непригоден, они могут употреблять только его соединения — нитраты или соли аммония. Эти вещества встречаются в обычных почвах, а вот на болотах, в торфяниках, где разложение мертвых остатков про-



Венерина мухоловка — дионея:
а — раскрытый лист; б — закрытый лист
в разрезе.

единения — нитраты или соли аммония. Эти вещества встречаются в обычных почвах, а вот на болотах, в торфяниках, где разложение мертвых остатков про-



Непентес.

исходит очень медленно, они почти не образуются. Болотные растения страдают от недостатка азота. Получается как в известной поговорке: вокруг вода, а с питьем беда. Над ними необозримый океан газообразного азота, под ними десятки тонн азота, связанного в мертвых остатках, в торфе. А как его возьмешь?

И вот некоторые растения нашли выход — начали ловить насекомых. Чем не пища? В насекомых много белков — а следовательно, азота. Такие растения появились почти везде, где ощущается острый недостаток в азоте. В наших краях на болотах — росянка, в пресноводных прудах — хищ-

ная пузырчатка. У нее есть ловчие пузырьки, которые открываются от легкого прикосновения, и добыча — мелкие рачки — всасывается внутрь.

В тропических джунглях растет свыше 70 видов непентеса. Это вьющиеся растения — лианы, листья которых имеют на концах особые образования, напоминающие кувшины, да еще с крышками. Эти «кувшины» часто окрашены в яркие цвета, они выделяют манящий насекомых запах и даже сладкий нектар. В дождливую погоду крышки плотно прилегают, чтобы в «кувшины» не попала вода, а в погожие дни гостеприимно открыты. Насекомое, упавшее в «кувшин», обратно не выберется,

так как внутренние стенки его гладенькие, будто отполированные. Так оно и погибает, разлагаясь в едком растворе.

В Южной Америке растет дионея, или венерина мушкетерка. Листья ее имеют на поверхности чувствительные волоски. Как только к ним прикоснется муха, обе половинки листа мгновенно закрываются, как кошелек, и не раскрываются до тех пор, пока муха не будет съедена. В Европе произрастает жирянка, листья которой покрыты клейкой массой, к ней-то и прилипают насекомые.

Для переваривания своей добычи растение выделяет протосолитические ферменты, то есть точно такие или подобные им вещества, которые выделяются в желудке животных, питающихся мясом. Ферменты совершенно растворяют тела насекомых, за исключением очень прочного хитинового скелета, который впоследствии выбрасывается. Насекомоядные растения хорошо переваривают кусочки мяса, вареного яйца. Если же положить на лист росянки что-нибудь несъедобное, он вначале закроется, а затем быстро раскроется, потому что ему нужна определенная пища. Однако хищнический образ жизни не обязателен для большинства этих растений. Если росянку нормально снабжать доступным азотом через корни, а листьям мух не давать, то она все равно будет расти точно так же.

Насекомоядные растения — один из великолепных примеров того, до какой степени совершенства способны развиваться живые организмы, если внешние условия принуждают их к изменениям.

Листопад

Осенью с деревьев опадают листья. Мы привыкли к этому явлению, и оно нас не удивляет, мы видим в нем мало загадочного. Пришла, мол, осень, зимой деревьям листья не нужны, вот они их и сбрасывают.

Однако как сбрасывают и чем интересен этот процесс? Почему ель и сосна круглый год зеленые? Почему здоровый крепкий дуб, хотя листья на нем и отмерли, пожелтели, всю зиму держит их на себе?

Опадание листьев не такой простой процесс. Листок развивается на побеге из почки, он органически связан с побегом целой системой коммуникаций — сосудов, по которым вверх и вниз движутся вода и соки. Зеленый лист крепко держится на дереве. Вспомним, как днем и ночью в летнее время играет им ветер и не может оторвать. Перед опаданием возле основ черешка листа образуется так называемый отделительный слой клеток, которые покрываются слизью и отделяются друг от друга. Лист при этом держится только на тонких ниточках проводящих сосудов, а вскоре легко отрывается и падает на землю.

Опаданию листьев предшествует большая физиологическая работа. Из листьев перекачиваются в ветки все необходимые для дерева вещества. В них остается только то, что не составляет для растения ценности или даже вредно для него. Следовательно, вместе с листьями растение избавляется от ненужных продуктов жизнедеятельности. Из опадающих листьев исчезают азотистые соединения, фосфор, калий, марганец, магний. В них остаются малоценные для растений клетчатка, лигнин, желтые и красные пигменты, полифенольные

соединения и таниды, которые играют роль колинов и ингибиторов, а также малоподвижные соли кальция и органических кислот. Листья становятся тонкими, легкими, приобретают желтый или красный цвет. Они несъедобны — опавшими листьями не питается почти ни одно животное!

Вся эта перестройка и передвижение материалов заканчиваются одновременно с формированием отделительного слоя. Не раньше и не позже. Мы до настоящего времени не знаем тонких механизмов, регулирующих процессы отмирания листьев, однако хорошо известно, что в них важную роль играют специальные вещества — фитогормоны. Оказывается, что с началом изменения окраски листьев около их основы скапливается значительное количество этих веществ. Они-то и вызывают образование отделительного слоя, а также передвижение веществ в различных направлениях. Ученые заметили, что искусственное нанесение таких или подобных веществ на листья вызывает их пожелтение и опадание. Таким образом, родился новый агротехнический прием, получивший название дефолиации, то есть удаления листьев. Его все шире применяют на хлопчатнике, на плантациях сахарной свеклы, в садоводстве, чтобы улучшить механизацию уборки урожая. Проникновение в небольшую тайну растительного мира оказалось не только поучительным, но и полезным для человека.

Образование отделительного слоя около основы листьев, пожелтение и опадание их наблюдаются не только у так называемых листопадных пород. Есть они и у хвойных — сосны, ели, кедра, и у вечнозеленых широколистных растений, однако у них смена листьев происходит постепенно, в течение почти всего года.

Кроме того, листья вечнозеленых растений хотя и не вечны, но жизнь их более продолжительна. У большинства наших вечнозеленых видов листья живут от двух до пяти лет, у пихты — 10—12, у араукарии — 15, а у африканской пустынной вельвичии — до 100 лет.

Хвойные растения необязательно вечнозеленые. Среди них немало листопадных, например лиственница. А недавно открытое «ископаемое» растение метасеквоя (ученые вначале нашли ее отпечатки в геологических пластах и только потом обнаружили живое растение) является даже веткопадным, то есть у него осенью вместе с листьями опадают и небольшие ветви.

А дуб? Листья у него отмирают, как и у других деревьев, но очень крепкие сосуды долго удерживают их на ветках. Некоторые считают, что этот признак у дуба атавистический, то есть что наш дуб еще не успел приспособиться к опаданию листьев. Ведь из 600 видов дуба, имеющих на земном шаре, почти все вечнозеленые. Предки нашего дуба тоже были вечнозелеными. Можно заметить, что ранняя форма дуба прежде освобождается от мертвых листьев, чем поздняя. Следовательно, особенности опадания листьев у дуба связаны также с физиологическими особенностями растения.

Листопадные формы возникают там, где вследствие суровой зимы, большой засухи и т. п. наличие листьев в определенные периоды для растений нежелательно. Однако наряду с этими формами мы всегда видим вечнозеленые, преимущество которых состоит в том, что они быстрее начинают расти весной и продолжительнее живут осенью. Необходимость выдерживать суровые условия, не сбрасывая листьев, превратила многие такие растения в низкорослые, небольшие кустики, ко-

которые прячутся под снегом, как черника, брусника, клюква.

Вечнозеленые и листопадные растения красиво дополняют друг друга в ландшафте. Но эта красота и гармония сочетаются с рациональностью, позволяющей растениям полнее использовать земельное и воздушное пространство; красота и гармония возникли вследствие многовекового взаимного приспособления растений к внешней среде и друг к другу.

Почему золотятся листья?

Осень. В желтые, оранжевые, красные, пурпурные одежды самых различных оттенков оделись деревья. Глаз не налюбуется глубокой голубизной неба, по которому кое-где плывут тонкие паутинки «бабьего лета», яркой изумрудной зеленью озимых и пламенеющими кронами деревьев. Рука непроизвольно тянется сорвать красного золота лист клена, темно-бордовый резких контуров лист бореального дуба или апельсинового цвета с подпалинами пятипалый сложный лист конского каштана. От них будто само солнце засверкало напоследок, щедро рассыпало свои лучи. Удивительно прощание природы с летом, теплом, солнцем!

Мы уже привыкли с вами, уважаемый читатель, искать среди природы не только приятные и остроумные факты, но и что-то полезное, поучительное, интересное. Поэтому сразу же возникает вопрос: откуда берется осенью такое множество желтых красок и какое биологическое значение имеет то, что опадающий и, следовательно, ненужный для дерева лист окрашивается в желтый или красный цвет? Оказывается, ника-

кого нового образования красок осенью не происходит. Все эти красные, золотистые, желтые, палевые оттенки уже имелись в листьях, но их не было видно сквозь густую зелень хлорофилла — зеленого пигмента, при помощи которого происходит фотосинтез. Перед опаданием листьев хлорофилл разлагается и его составные части перекачиваются из листьев в древесину, где и сохраняются до весны. А желтые и красные пигменты остаются в листьях. Только тогда мы и можем их видеть.

Для чего же они накапливаются в листьях летом?

Всю необходимую для жизни энергию растение получает от солнечного света, преобразуя его лучевую энергию в энергию химических связей. Фотосинтез происходит при помощи хлорофилла, который хорошо поглощает красные и плохо — остальные лучи солнечного спектра, в частности синие, которые также важны для фотосинтеза. Чтобы полнее использовать весь солнечный спектр, в листьях накапливаются желтые пигменты — каротиноиды. Они вбирают в себя синий свет и под его действием сами начинают светить (флюоресцировать) красным светом, который хорошо используется хлорофиллом. Каротиноиды, таким образом, играют роль трансформаторов света: они преобразуют непригодный свет в высокоэффективный. Вот почему всегда у всех растений хлорофилл сопровождают желтые каротиноиды. Роль каротиноидов этим не ограничивается. Они необходимы также для ориентации растения в пространстве: при их помощи растение «узнает», с какой стороны на него падает свет, и поворачивается к нему, ускоряет или тормозит рост и т. п.

Каротиноиды имеют важное значение и для человека; главнейший из них — бета-каротин — является

предшественником витамина А, регулирующего жировой и углеводный обмен, защищающего зрение от болезни, которая называется «куриная слепота», и от ту-беркулеза.

Молекулы каротиноидов состоят только из атомов углерода, кислорода и водорода. Поэтому хотя они и играют необыкновенно важную роль в растениях, как запасные вещества интереса не представляют. Растение не может их транспортировать по своим сосудам, так как эти соединения в воде не растворяются, зато оно может в любой момент заново их синтезировать. Вот почему для растений нерационально повторно использовать каротиноиды, и они остаются в опадающих листьях.

Откуда же берутся красные, фиолетовые, синие краски? Это уже деятельность другой группы пигментов, которые называются антоцианами. Чаще всего они встречаются в цветах, отчего и присходит их название (антос — цветок, циан — синий). Многие антоцианы содержатся в плодах и листьях. Для фотосинтеза они особого значения не имеют, главная их задача — поглощать тепловые инфракрасные лучи, подогревать растение. Это особенно важно осенью или в холодных местностях, например высоко в горах.

Всходы ржи часто имеют фиолетовую окраску благодаря наличию антоцианов. Это повышает их стойкость против осенних заморозков. Интересной особенностью антоцианов является то, что в кислой среде они приобретают красный цвет, а в щелочной — синий, как и известный из школьного курса химии лакмус, который также принадлежит к этой группе пигментов. Таким образом, изменяя реакцию своей внутренней среды, растение может изменять и цвет — становиться крас-

ным, голубым, фиолетовым. Очень близки по химическому строению к антоцианам желтые пигменты — флавоны. Они входят в состав недавно открытого витамина Р, или цитрина, который защищает кровеносную систему от склероза, излечивает от лучевого поражения. В растениях образуется довольно много других пигментов, которые помогают регулировать взаимоотношения со средой.

Поясним это на таком примере. Высокогорные растения, получающие излишне много ультрафиолетовой радиации днем и страдающие от больших потерь тепловой радиации ночью, вырабатывают в себе много голубых и синих пигментов. (Вспомним голубые тяньшанские ели около Кремля). Синие пигменты в соответствии с законами физики отражают коротковолновую ультрафиолетовую и синюю радиацию и хорошо улавливают длинноволновые инфракрасные лучи. Наоборот, глубоководные растения, к которым сквозь многометровую толщу воды проникают только голубые и синие лучи, специально накапливают красные пигменты, чтобы максимально удержать синюю радиацию и использовать ее для фотосинтеза.

На этой основе можно теоретически рассчитать, какого цвета должны быть растения на севере и на юге в различные поры года, в разных земных и даже космических условиях; можно предугадать, что в условиях Марса растения должны быть голубого цвета, а на Венере с ее плотной, насыщенной водяными парами атмосферой — желтого, оранжевого и красного.

Следовательно, осенний убор наших листопадных деревьев — не капризная игра природы, а ее закономерное явление.

Последний лист

Гуляя поздней осенью по бульвару, вы, наверное, замечали среди почерневших, давно оголенных деревьев несколько веток с зелеными листьями. Вы обратили внимание? — такие ветки встречаются обычно около уличных фонарей или светофоров, которые горят всю ночь. Неужели листья согреваются и поэтому не опадают? Но вот светильник с люминесцентными лампами, которые излучают практически холодный свет: облученная их холодным сиянием ветка тоже задержала на себе листья. Очевидно, дело не в тепле. Так само по себе отпадает высказанное еще в прошлом столетии Г. Молишем предположение о том, что свет подсушивает листья: ведь, как известно, условия засухи содействуют быстрому опаданию листьев, а не наоборот.

Оказывается, здесь воздействовал свет сам по себе. Большинство наших древесных пород относится к так называемым растениям короткого дня. Это значит, что когда осенью наступают короткие дни и длинные ночи, у деревьев прекращается рост, древесина вызревает, почки переходят в состояние покоя, а листья опадают. Так в течение многих тысячелетий деревья приспособились распознавать приближение зимы: дни становятся короче, а ночи — длиннее, значит, скоро будет зима. Осень может быть и холодной, и теплой, и влажной, и сухой — погодные условия в некоторой мере влияют на листопад, но по ним точно узнать о приближении зимы нельзя. Теплая погода может продолжаться даже до конца года, после чего внезапно наступают сильные морозы.

Если бы растение ориентировалось на погодные ус-

ловия, оно не успело бы заблаговременно подготовиться к зиме и страдало бы зимой от холодов или, наоборот, переходило бы в состояние зимнего покоя слишком рано, что также биологически невыгодно. Поэтому растение ориентирует свои биологические часы на продолжительность дня. Это очень надежная примета. С величайшей точностью обращается Земля вокруг своей оси и вокруг Солнца, чем и объясняется смена дня и ночи, постоянное чередование времен года. Растения в процессе многовековой эволюции научились распознавать эти изменения и измерять время. В последних опытах Б. С. Мошкова показано, например, что растения способны отличать день продолжительностью 8 час. от дня продолжительностью 8 час. 15 мин.

Деревья очень медленно привыкают к новому ритму жизни в новых для них условиях. Вот почему сирень и белая акация, привезенные к нам лет двести, а то и более тому назад, до сих пор еще не настроили свои часы на соответствующую продолжительность дня и ночи. Поэтому листопад у них происходит в зависимости от погодных условий: ударит мороз — повредит листья, и они начинают опадать.

Что же случилось с ветками, которые ночью освещались фонарями? Они «растерялись», «не рассмотрели», что уже наступают холода. Биологические часы, по которым растение создавало свой внутренний ритм жизни, в этих ветках начали отставать. В них не прекратились ростовые процессы, листья не опадают, древесина не вызревает, не закаляется для перенесения неблагоприятных условий. Так, возможно, и превратились бы освещенные ветки в вечнозеленые, если бы на них не оказывали воздействия соседние, неосвещенные ветки, у которых часовой механизм не расстроился. Они за-

ставляют обманутые ветки ускорить свое развитие и догнать их.

Так объясняется это необычное явление. И следует сказать, что оно имеет немаловажное практическое значение: в нем кроются возможности управления развитием древесных пород. Искусственно сокращая день, мы можем заставить южные незимостойкие сорта раньше переходить в условиях севера в состояние покоя и хорошо переносить зиму. Наоборот, искусственно освещая деревья — как бы продолжая их день, можно достичь непрекращающегося роста и «выгонять» за один-два года деревья такого размера, которого они обычно достигают за 5—6 лет. Еще важнее было бы изменить наследственные требования древесных растений к продолжительности дня, привить им нужные свойства. Ведь южные фруктовые деревья — абрикос, персик, грецкий орех — погибают в условиях Северной Украины не столько от того, что здесь суровая зима, сколько от того, что они не успевают своевременно завершить рост, сбросить листья и закалиться.

Осенний сон

Приближаются холода. Потянулись на далекий юг шумные косяки перелетных птиц, оголились поля, леса и луга, жизнь словно замерла до следующей весны. Пронизывающий ветер шуршит ворохами побуревшей листвы, временами накрапывает холодный и какой-то особенно мокрый осенний дождь. Невесело кричат грачи, прилетевшие к нам зимовать откуда-то километров за 300—400 из северных районов, а наши местные передвинулись также немного на юг. Полного перелета грачи не совершают, спустятся на более низ-

кие широты, лишь бы немного теплее было зимовать, и достаточно. Собираются крикливыми стаями вороны и галки, рассаживаются на деревьях и громко кричат, предвещая близкую метель.

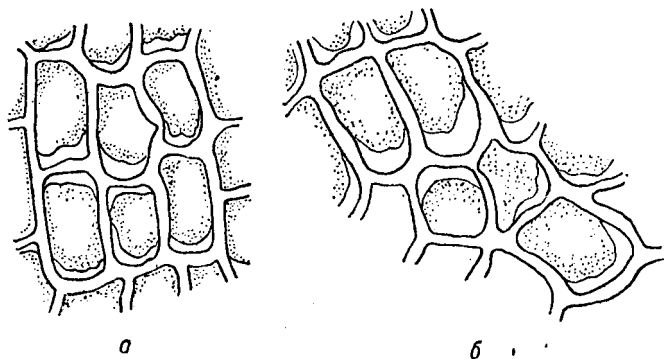
Среди растений только озимые веселят глаз яркой нетронутой зеленью. Временами листочки у них покрываются льдом, темнеют, но все же живут, борются с холодом. Не поддаются и хвойные деревья — сосна и ель; зеленеют и даже расцвели ярутка полевая, полевая горчица, серо-зеленый икотник, пастушья сумка, фиалка трехцветная и другие сорняки и немудреные полевые цветы. Часть из них погибнет под ударами мороза, а некоторые выживут и даже сохраняют цветы. Цветение их прекращается на несколько зимних месяцев, а с наступлением погожих весенних дней возобновится с того же самого момента, на котором его прервали. Такое, казалось бы, неуместное цветение перед самым снегом нужно этим растениям, чтобы как можно быстрее дать в будущем году молодое потомство, захватить место под солнцем, выиграть время в извечном соревновании между растениями. Некоторые из этих видов способны давать в наших условиях по три-четыре и даже больше поколений за один год, используя любое удобное для роста время.

Большинство же наших растений погружается осенью в глубокий предзимний покой, засыпает, и очень трудно преждевременно разбудить их от этого сна. Бывают и осенью теплые, совсем полетнему погожие дни, однако лежат недвижимо в почве семена, не просыпаются почки на деревьях. Они как будто знают: непродолжительны эти случайные теплые дни, неискренне осеннее солнце. Вскоре ударят морозы, лучше крепко спать, не раскрываться.

По-разному зимуют наши растения, по-разному и входят они в предзимний покой. Однолетние растения зимуют в виде семян. Очень важно для них, чтобы семена не проросли осенью, так как молодые всходы легко могут погибнуть зимой. Для этого в семенах накапливаются специальные консервирующие вещества, тормозящие прорастание,—ингибиторы, которые действуют до тех пор, пока дожди, талая вода не промоют семена от них. Кроме того, в семенах зародышевые клетки как бы свертываются—теряют часть воды, отделяются одна от другой, их содержание становится густым, дыхание почти исчезает, прекращается деятельность ферментов. Такие семена пребывают в состоянии глубокого покоя, они живые, могут набухнуть, а прорасти не могут, пока не окончится это состояние. Некоторые семена заключены в прочные, непроницаемые для воды и газов оболочки. Для того чтобы прорасти, им необходимо разрушить эти оболочки. Есть семена, которые ни за что не прорастут, если на них попадает свет хотя бы в течение нескольких минут в сутки, другие же не прорастают в темноте. Много очень интересных приспособлений выработала в процессе эволюции природа, чтобы защитить семена от несвоевременного прорастания. Понять возникновение этих приспособлений нетрудно: ведь зима уничтожает все, что не подготовилось и не приспособилось заблаговременно к ней.

Многолетние растения, относящиеся к группе криптофитов (спрятанных растений) и гемикриптофитов (полуспрятанных растений), зимуют в виде подземных корневищ, клубней, луковиц, толстых корней с почками на шейке и т. п. Под землей условия зимовки довольно неплохие. Корни одуванчика, цикория и других

подобных растений перед зимой сокращаются на 1—5 см и втягивают под землю корневую шейку. У деревьев и кустарников, относящихся к группе фанерофитов, жизнь сохраняется в почках, расположенных выше



Клетки стебля (а) и почек (б) березы в состоянии покоя (по Генкелю).

ко над землей. Все зимующие почки — надземные или подземные — осенью входят в глубокий покой, из которого искусственно вывести их крайне трудно, а подчас и невозможно. Перед этим в них происходят серьезные изменения: они теряют листья, покрываются толстой водонепроницаемой чешуей, восковым налетом, немного подсыхают, становятся менее нежными и водянистыми. В них накапливается много ингибиторов, часть крахмала преобразуется в растворимый в воде сахар, содержимое клеток отделяется от стенок, связь между клетками нарушается. Все проявления жизнедеятельности замирают, сводятся почти к нулю. Таким поч-

кам не страшны ни дожди, ни морозы, ни оледенение, ни засуха. Ведь засуха зимой тоже бывает: корни из мерзлой почвы воды не впитывают, и стебли пересыхают на морозе. Почки и семена в состоянии покоя в определенных условиях без какого-либо вреда переносят охлаждение почти до абсолютного нуля.

Интересно, что осенний покой почек продолжается в основном до тех пор, пока на дворе тепло. Когда наступают морозы, состояние глубокого внутреннего покоя исчезает и почки способны к прорастанию, если перенести их в благоприятные для этого условия. Это и понятно: с наступлением постоянных морозов растению уже не нужно удерживать себя внутренними средствами в состоянии покоя — низкие температуры и так не позволяют ему расти. В то же время растение должно быть готово к немедленному прорастанию с началом весны. Таким образом, с наступлением настоящей зимы глубокий осенний покой заменяется иным, вынужденным зимним покоем.

Способность семян и почек впадать в предзимний глубокий покой очень ценна не только для дикорастущих, но и для культурных растений, ибо она обеспечивает им нормальную зимовку. Ученые пытаются раскрыть природу состояния покоя, чтобы научиться им управлять. Иногда привычка растений погружаться в состояние покоя вызывает у практиков немало забот. Так, например, очень привлекает возможность получать по два урожая картофеля в год, однако только что убранный картофель не прорастает. Чтобы пробудить спящие почки, приходится обрабатывать его этиленхлоргидрином, тиомочевинной и другими препаратами. Наоборот, для сохранения фуражного картофеля, фабричной сахарной свеклы, других корнеплодов важно

как можно больше продлить у них состояние покоя. Это достигается обработкой клубней и корней гидразидом малеиновой кислоты и другими тормозящими развитие веществами, которые тождественны естественным ингибиторам, задерживающим прорастание почек и семян.

Плохо всходят только что собранные семена подсолнуха, салата и многих других культур, и даже озимую пшеницу или рожь лучше высевать прошлогодними, а не свежими, еще не прошедшими состояния покоя семенами. Особенно много неприятностей причиняют семена растений, которые были недавно введены в культуру. Селекционерам не удается быстро лишить сорт или породу дерева нежелательных с хозяйственной точки зрения свойств впадать в предзимнюю спячку. Приходится много возиться с такими семенами — стратифицировать их, промораживать, перетирать песком или даже замачивать в серной кислоте.

Непродолжителен, но крепок осенний сон у растений. Он им необходим для того, чтобы стойко перенести тяжелые зимние испытания и с новыми силами войти в новую весеннюю жизнь.

Как они зимуют

Растения, микробы, насекомые, пресмыкающиеся, рыбы называются пойкилотермными организмами, так как они не могут регулировать температуру собственного тела и поддерживать ее на постоянном уровне. Она зависит от температуры внешней среды. Зимой их тела замерзают, с потеплением — оттаивают. В отличие от них гомойотермные организмы поддерживают свою

температуру на постоянном уровне, и когда она снижается, они в большинстве случаев гибнут.

Холод для живого вещества пойкилотермных существ сам по себе мало вреден. Наибольшую опасность представляют ледяные кристаллы, которые образуются во время замерзания. Они разрушают живые ткани изнутри, обезвоживают и убивают их.

Однако все эти живые существа благополучно зимуют в наших условиях. На несколько месяцев они замирают, чтобы с наступлением теплых весенних дней проснуться для новой интенсивной жизни. Как же им удастся избежать смертельной опасности ледяных тисков?

О, для этого у живых существ есть множество приспособлений! Холоднокровные животные — пресмыкающиеся и некоторые насекомые — прячутся под землю, в разные норы, трещины и укрытия, где температура не падает намного ниже нуля и не испытывает резких колебаний. Недавно в прессе появилось сенсационное сообщение о тритонах, которые ожили, пролежав несколько сот тысяч лет в вечной мерзлоте. Затем выяснилось, что это вполне «современные» тритоны, а пребывание в вечно мерзлых слоях почвы — нормальный способ их зимовки. Наверное, в замороженном состоянии они могут провести не одну продолжительную сибирскую зиму, а несколько, но не миллионы лет.

Рыбы опускаются на дно водоемов и иногда зарываются в ил, если вода промерзает до дна. А если вода не промерзает глубоко, то рыба живет около дна, где всегда сохраняется постоянная температура — не ниже 4°C . Ведь по известному физическому закону, точнее — исключению из этого закона, удельный вес воды наиболее велик при 4°C , более холодная или теплая вода

имеет меньший удельный вес, и поэтому всплывает над слоем с температурой 4° С.

В такой воде рыбы могут неплохо зимовать, но препятствием становится недостаток кислорода. Лед, который покрывает толстой броней поверхность прудов и рек, мешает поступлению и растворению свободного кислорода в воде, и рыбы задыхаются.

Некоторые насекомые, например, комнатная муха, комары, впадают в анабиоз, то есть состояние на грани между жизнью и смертью. Они высыхают так, что в них нечему замерзнуть даже при самом свирепом морозе. Семена растений, споры грибов, мхов и бактерий, взрослые экземпляры мхов и лишайников также переносят холода в высушенном состоянии, близком к анабиозу.

Безусловно, совершенно высохнуть живое вещество не может, иначе оно погибнет. В живом белке всегда должно сохраниться хотя бы несколько процентов влаги. Эти остатки воды замерзают только при очень низких температурах, каких практически в природе не бывает. Кроме того, они не в состоянии образовать большое количество льда, который мог бы вызвать гибель организмов.

Некоторые растения прячутся на зиму под землю. У них отмирают надземные части, а живые органы — корневища, клубни, луковицы — остаются под землей. Корни же одуванчика, кок-сагыза, цикория перед зимовкой сокращаются, втягивая под землю на 1—3 или даже 5 см корневую шейку с почками обновления. Корень у них поворачивается вокруг своей оси, закручивается и становится короче.

Иной путь преодоления холода у сочных растений, которые не могут спрятаться от мороза, в частности у озимых культур. Готовясь к зиме, они проходят так

называемое закаливание. Прежде всего в них накапливается много сахаров. Крахмал и все другие высокомолекулярные нерастворимые углеводы преобразуются в сахара. Это явление хорошо всем известно на примере подмерзшего картофеля, который становится сладким. Накопление сахаров содействует тому, что соки клеток густеют и не замерзают при достаточно низких температурах. Кроме того, в клетках происходит глубокая внутренняя перестройка всех физиологических процессов. Растение прекращает рост, как бы впадает в глубокий сон.

Под микроскопом заметно, что содержимое клеток отделяется от их стенок, становится зернистым, густым. Образование льда в межклетниках почти не повреждает протоплазмы. Озимые культуры хорошо закаляются, если осенью стоят погожие солнечные дни, а ночью прихватывает несильный морозец. Закаленные растения вполне нормально переносят свирепые зимние морозы.

Холод и жизнь

Вскоре после того как в 1897 г. Линде в Германии и Хемпсон в Англии одновременно взяли патент на машины для получения жидкого воздуха, ученые решили испытать, как будут влиять очень низкие температуры на живые существа. Сразу же выяснилось, что споры бактерий, сухие семена тыквы, пшеницы и других растений без какого-либо вреда переносят температуру жидкого кислорода и даже гелия (-269°C). Более сложные организмы, ветки с почками, корневища, луковичы или набухшие семена при таких низких температурах моментально погибали.

Прошло почти 60 лет. И вот нашим ученым удалось охладить до -252°C целое растение — кустик черной смородины, продержать его в таком состоянии некоторое время, а затем вернуть к жизни.

Это оказалось возможным в связи с открытием особого стекловидного состояния твердой воды. Мы знаем, что твердая вода в обычных зимних условиях — это лед, кристаллическое тело, которое занимает на 10% больший объем, чем соответствующее количество жидкой воды. Молекулы воды в кристаллической сетке льда, расположенные по определенным законам, требуют больше места, чем в жидкости, где они плотнее прилегают одна к другой. Если воду внезапно и очень сильно охладить, она перейдет в твердое аморфное, то есть некристаллическое, состояние. В этих условиях кристаллы просто не успеют образоваться, и молекулы будут расположены примерно так же, как в жидкой воде. Объем при этом не увеличивается, а немного уменьшается. Этот своеобразный процесс замерзания получил название витрификации (от слов витрум — стекло, факере — делать), то есть образование стекла, остекление, переход в стекловидное состояние.

Выяснилось: тогда, когда вода в живых объектах витрифицируется, они практически прекращают всякую жизнедеятельность, но жизнеспособности не теряют. Замороженным таким образом растениям и животным — пока что простым — можно полностью вернуть жизнь, если их очень быстро и равномерно отогревать. Стоит только в какой-то момент запоздать с повышением температуры, как стекловидная вода молниеносно превратится в кристаллы льда, и организм погибнет. Ученым удалось успешно заморозить ряд низших организмов. Метод витрификации нашел уже и практическое при-

менение. Таким образом, например, очень удобно сохранять сперму породистых быков-производителей. Раньше, для сохранения выведенной расы бактерий, их нужно было все время пересевать на новый питательный раствор, поддерживать все необходимые для их жизни условия, что отнимало очень много времени. Теперь же высушенные и замороженные бактерии сохраняются в ампулах, погруженных в термосы с жидким воздухом. Если необходимо оживить бактерии, достаточно высыпать сухой порошок в теплый раствор.

Витрификацию применяют также для исследования и воспитания морозоустойчивости у полевых и особенно у плодовых культур.

Эти исследования должны дать ценные материалы и для космической биологии, ведь в мировых просторах господствуют преимущественно очень низкие температуры.

«Простуженные» растения

Некоторые южные растения — пальмы, бананы, орхидеи и др. — болеют при охлаждении до 10°C . Точно так же и наши теплолюбивые — огурцы, дыни, кукуруза — тяжело переносят временное охлаждение до $4-6^{\circ}\text{C}$, хотя при этом лед в их тканях не образуется. Дело в том, что эти растения не закалены и «простуживаются», как это бывает с животными и людьми.

Внутренние проявления такой простуды несколько иные. У каждого живого существа в организме «работает» большой сложный комплекс ферментов. Одни из них растворяют определенные вещества, другие в то же время синтезируют сложные соединения, третьи присое-

диняют кислород или отщепляют водород. Уже открыто около тысячи различных элементов, но это еще не все из тех, что есть в живом организме. Практически почти каждая молекула живого белка имеет свойства фермента.

При нормальных условиях все ферменты действуют согласованно, как винтики и шестеренки сложного механизма. Деятельность ферментов зависит от температуры в различной степени. Одни из них при охлаждении почти перестают функционировать, другие только замедляют свою химическую работу. При необычном для южных растений охлаждении весь сложный ферментативный комплекс нарушается. Некоторые ферменты продолжают разрушать сложные соединения, а другие их не воспроизводят, окисление происходит быстро, а восстановление отстает; в протоплазме накапливаются токсические продукты.

Если температура повысится до нормальной, ферменты начинают работать с прежней скоростью, однако полное возрождение наступает только у приспособленных к холоду растений. У «простуженных» растений ферменты, разрушающие сложные соединения, разложили засдно и те ферменты, которые в то время не действовали; изменились согласованность и соотношение между биохимическими процессами: нарушился обмен веществ. Растение заболело всерьез и надолго.

Переохлажденные растения, как и простуженные животные, теряют стойкость против возбудителей различных заболеваний, которых всегда много в окружающей почве. «Простуженные» растения поражаются грибами, у них появляется так называемый корнеед, или черная ножка, они желтеют, становятся немощными и слабыми. Охлажденные до 4°С огурцы болеют настолько

серьезно, что совсем не выздоравливают и урожая не приносят.

И в то же время растение можно излечить от простуды. Для этого необходимо обработать семена фунгицидами — веществами, которые убивают грибы, или каким-либо способом продезинфицировать почву. Огурцы и кукуруза, если их семена протравить гранозаном, не болеют после охлаждения.

В ледяных тисках

Ночью ударил довольно сильный мороз, продолжавшийся и утром. Лужи покрылись прозрачной коркой льда, из-под которой кое-где проглядывают белые пузыри, так как вода подо льдом продолжает просачиваться в почву, а на ее место проникает воздух. Иней долго лежит в тени на земле и на побуревших опавших листьях.

Вот мороз поразил зеленую галинсогу — новый в наших краях сорняк, случайно завезенный когда-то из Южной Америки. Галинсога еще не привыкла к нашим условиям и поэтому до наступления морозов не успевает прекратить жизнедеятельность. Однако мелкие легкие семена ее начинают вызревать еще в июле и тысячами разлетаются вокруг. Галинсога еще не вышла на поля, ютится преимущественно по огородам, вдоль дорог, на свалках. Удивительные вещи проделывает с зеленой галинсогой мороз-шутник: вода, находящаяся в полостях стебля, замерзая в виде шестиугольной призмы, разрывает побег на шесть длинных полос. Так и стоит внезапно раскрывшаяся, подобно зонтику, галинсога, разорванная изнутри сказочно красивыми кристаллами льда, удивляя напоследок мир, до той

поры пока солнце не пригреет в полдень, пока не растает лед и не упадут на землю мертвые увядшие полосы ее длинного тела. Куда и краса ее девалась!

Лед, образующийся внутри живого тела растений, очень опасен для них. Зимой это враг номер один. Кристаллы льда растут между клетками, высасывают из них воду точно так же, как это бывает во время сильной засухи. Клетки увядают, спадаются, как пустые мешочки. Щетки кристаллов растут в межклетниках по своим законам, не считаясь с препятствиями. Острые, как клинки, ледяные кристаллы прокалывают клетки, идеально ровные, словно алмазные, грани безжалостно сжимают полумертвые клетки, выдавливая из них остатки жизни.

А бывает и так, что растение переохлаждается значительно ниже точки замерзания воды, однако ледяные кристаллы в нем не образуются. Затем внезапно вода начинает замерзать внутри клеток, они вздуваются; тысячи мелких кристалликов рвут и раздирают живую протоплазму. Лед вызывает в протоплазме коагуляцию белков, то есть их сворачивание, а это приводит к полной потере жизнедеятельности.

Так или иначе, растение, в котором образовался лед, после его таяния погибает окончательно. Жидкость, вытекшая из раздавленных и порванных клеток, взаимодействуя с кислородом воздуха, буреет. Листья после отмерзания как обваренные, свисают лоскутами. Это потому, что клетки увяли, а вода оказалась в межклетниках. Затем листья становятся совсем бурыми и отмирают.

Следовательно, для неприспособленных растений страшен не сам холод, смертельно опасны для них объятия мороза, ледяные кристаллы и обезвоживание.

Растения и электричество

В растениях протекают чрезвычайно сложные биохимические процессы. Мы называем их обменом веществ, однако попутно происходят преобразование и обмен энергии. В результате фотосинтеза зеленые листья усваивают солнечную энергию, а из воды и углекислого газа образуются сахара, белки, жиры и другие высоковосстановительные соединения. Во время дыхания, которое в листьях происходит в темноте, а в незеленых частях растения — постоянно, соединения окисляются снова в воду и углекислый газ. Все эти очень сложные преобразования сопровождаются высвобождением энергии, которая переходит в электрическую. Поясним это на примерах.

В процессе фотосинтеза высвобождаются электроны, которые тут же связываются в химических соединениях, растение выделяет наружу кислород и в нем возникает недостаток электронов. Поэтому это растение становится положительно заряженным по отношению к почве или воздуху, образуется разница потенциалов, которая и обуславливает появление электрического заряда. В процессе же дыхания растения или их отдельные органы потребляют кислород, в них образуется избышек электронов и они становятся отрицательно заряженными по отношению к среде или тем органам, которые поглотили меньше кислорода. Возникают биоэлектрические токи различных направлений. Сила таких токов для отдельного растения невелика — в пределах тысячной или десятитысячной доли ампера, зато напряжение иногда может достигать 0,2—0,5 в.

Если растение заряжено отрицательно, а это слу-

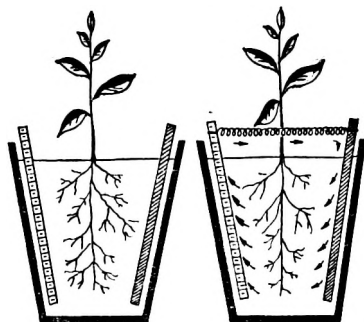
чается преимущественно ночью, когда не происходит фотосинтез, его корни очень легко поглощают положительно заряженные частицы питательных веществ — ионы калия, кальция, магния, железа. Тогда же, когда преобладает фотосинтез, легче поступают отрицательно заряженные ионы фосфора, нитратов, серы. Поэтому наличие биоэлектрических потенциалов имеет исключительно важное значение для питания растений (к сожалению, этому вопросу уделяют незаслуженно мало внимания).

Растения способны не только производить собственную электроэнергию, но и получать ее извне. Еще И. В. Мичурин выращивал гибридные сеянцы в больших ящиках с почвой, через которую пропускали постоянный электрический ток. Выяснилось, что это ускорило рост сеянцев. Со временем они давали лучший посадочный материал.

Американские ученые пропускали через растение слабые, но хорошо отрегулированные токи от полярографа и наблюдали за поступлением в него отдельных питательных веществ. Оказалось, что каждый элемент поступает в растение только при одной, определенной силе тока.

Для того чтобы повлиять на растение током, не обязательно иметь аккумулятор или батарею. Достаточно в вазон с растениями воткнуть два стержня, например, медный и железный или железный и алюминиевый, и соединить их проволочкой над землей. Это — простой гальванический элемент. Ток будет возникать на поверхности стержней и двигаться от одного из них к другому по почвенному раствору, а над землей — в обратном направлении по проволочке. Отделив проволочку, разомкнем цепь, и ток исчезнет. Такой опыт

очень просто поставить в любых условиях, например на вазонах с комнатными цветами. Необходимо только, чтобы кроме опытных вазонов имелись такие же вазоны со стержнями, но без соединительной проволочки — контроль. Ведь иначе нельзя будет решить, повлиял электрический ток на рост растений или нет. При помощи вольтметра и амперметра можно измерить электродвижущую силу вазона-элемента и силу тока. Бывает, что электричество влияет на растения не прямо, а косвенно: например, изгоняет червей из почвы.



Опыты по изучению действия электрического тока на растения. В вазоны воткнуты различные стержни; слева они не соединены и тока нет.

Растения хорошо используют атмосферное электричество. Известно, что атмосфера земли заряжена положительно по отношению к ее поверхности, так что наша планета представляет собой нечто подобное гигантскому конденсатору электроэнергии. Поскольку воздух почти не проводит электрического тока, разница потенциалов между атмосферой на высоте растений и поверхностью почвы достигает иногда сотен вольт. Профессор З. И. Журбицкий высказал гипотезу, согласно которой растения улавливают это электричество при помощи своеобразных антенн — остьев, торчащих вверх листьев, усиков. Уловленная энергия помогает растениям усваивать калий, ионы которого очень подвижны и

плохо в них удерживаются. Поэтому, возможно, высокие стройные злаки накапливают больше калия, чем низкие, разветвленные, с округлыми листьями бобовые, которые поглощают относительно больше кальция — малоподвижного в растениях элемента.

Изучение электрических особенностей растений помогает решить еще одну интересную задачу, а именно: почему перекрестное опыление у одних видов проходит удачно, а у других очень плохо? Работники Центральной генетической лаборатории им. И. В. Мичурина сделали предварительное сообщение, что разгадка — в электрическом заряде цветов. Известно, что во время скрещивания пыльца попадает на маточку. Опыление происходит успешно только при условии, что пыльца биологически более активна, чем маточка. Что же означает в данном случае выражение «более активна»? Оказывается, цветы имеют действующие электрические поля. В цветущем плодовом саду полно электрических зарядов. Пыльца заряжена положительно, а маточка — отрицательно. В том случае, когда клетки пыльцы имеют более сильные заряды, чем маточки цветов, опыление происходит очень хорошо, развивается полноценный плод. Опыление происходит тем успешнее, чем больше разница потенциалов.

Исходя из этого, селекционеры могут предусмотреть результаты скрещивания и соответственно подбирать растения для гибридизации. Кроме того, ученые из Мичуринска установили, что цветы каждого сорта плодовых деревьев имеют свой постоянный заряд. Следовательно, при закладке садов, чтобы повысить их продуктивность, необходимо подбирать наиболее выгодные комбинации опыляющих сортов. Силу зарядов можно регулировать. Например, под ультрафиолетовым и ра-

диоактивным облучением заряды пылевых зерен повышаются и становятся более активными. Так можно достичь успешного скрещивания растений, которые при обычных условиях не опыляют друг друга.

Ученые ищут возможности использовать электроэнергию, вырабатываемую растениями. Выяснилось, что во время гниения растительного материала вследствие дыхания множества бактерий образуется большое количество электроэнергии, которая тут же расходуется на разогрев этого материала. Следовательно, закладывая в парники горячий навоз, мы их обогреваем, так сказать, электричеством. Конечно, человеку важнее получить электричество в чистом виде. Это тоже оказалось возможным. Если гниющий в воде материал отделить тонкой полупроницаемой пленкой от воздуха, в котором, как известно, есть кислород, а по обеим сторонам пленки расположить электроды, то получится всем нам знакомый гальванический элемент. Запасы же гниющих растительных материалов на земном шаре исчисляются миллиардами тонн; торф на болотах, гниющий ил — сапропель на дне прудов, озер и особенно морей и океанов представляют практически неограниченный источник дешевой электроэнергии.

Хотя электроэнергия, выделяемая одним растением, очень невелика, однако в пересчете на всю массу растительности, покрывающей наши поля, леса и луга, получаем значительную величину. Куда же девается эта энергия? В конце концов вся она переходит в тепловую и рассеивается в пространстве, но перед этим часть ее, как полагают, расходуется на образование электрических явлений в атмосфере.

Как мы уже упоминали, во время фотосинтеза растения выделяют кислород и отдают вместе с ним много

электронов во внешнюю среду, подкисляют ее, заряжают отрицательно. В то же время, как утверждает профессор Ф.-В. Вент (США), растения выделяют в воздух восстановленные соединения (ароматические смолы, эфирные масла и т. д.). Окисляясь под действием солнечных лучей, они обуславливают постоянный положительный заряд атмосферы по отношению к земной поверхности. Вент считает, что выделенные растениями соединения окисляются в черные битуминозные частицы, несущие положительный заряд. Вокруг них конденсируется влага и образуются черные грозовые облака, из которых ударяет молния в землю либо в белые, отрицательно заряженные облака. Таким образом, по гипотезе Вента, растения являются причиной грозовых явлений в атмосфере.

Подтверждением этой гипотезы является то, что энергия 150 млн. т летучих веществ, которые ежегодно выделяются растительностью земного шара, почти точно соответствует общей энергии молний. Известно, что ежесекундно на земном шаре происходит в среднем 100 вспышек молнии с суммарной мощностью около 100 млн. квт. Давно уже заметили, что грозы бывают только над территорией, покрытой обильной растительностью. Очень редко наблюдаются они над пустынями или океанами, никогда не слышать грома в полярных областях, редки грозы зимой. Особенно интенсивны они в жаркие летние дни, когда происходит наибольшее выделение летучих веществ.

Таинственная шаровая молния, как предполагает Вент,— это своеобразное скопление большого количества битуминозных частиц с одинаковым электрическим зарядом. Поэтому эти частицы не могут слиться в единое тело и несут в себе огромную энергию. Возможно,

эта гипотеза со временем испытает некоторые изменения, но в целом она кажется достаточно правдоподобной. Во всяком случае она свидетельствует о том, что электрические явления, вызванные жизнедеятельностью растений, могут иметь общепланетарное значение.

Искать — и находить!

Человеку мало быть сытым, тепло одетым и иметь крышу над головой, он должен мыслить, искать.

Можно в старой, тысячу раз виденной картине внезапно заметить что-то новое. Можно заставить по-новому звучать старую, тысячу раз пропетую мелодию. Можно множество раз ходить по утренней холодной росе, а потом случайно узнать, что прозрачные маленькие капельки на растениях вовсе не роса.

Об этом не раз говорил К. А. Тимирязев — наша отечественная природа раскрывает не меньше поучительного, интересного, полезного, чем любой экзотический уголок земного шара. Мелкая травинка, комочек земли кишат микроорганизмами; лужа после дождя, сорняк у дороги — все ли мы знаем о них?

«А что нам об этом нужно знать?» — спросит безразличный ко всему человек. «Мне все о них известно», — скажет ученый-педант. Однако, если поразмыслить, каждое из упомянутых явлений — это целый мир со своими законами, своим развитием, своими противоречиями. Оно — как самая интересная приключенческая повесть. Разве не захватывающе интересно провести следствие, распутать тайные отношения, прочесть закодированную запись, рассудить и убедиться, что вместо одной загадки перед тобой появляются десятки новых? Именно для пытливых написана эта книга.

Содержание

ЖИЗНЬ И ТЕПЛО	5
ВЕСНА И КОСМОС	8
МАЙСКИЕ РОСЫ	12
ВИТАМИНЫ В ВОЗДУХЕ	15
ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ	18
СЕННАЯ ЛИХОРАДКА	19
ПАМЯТЬ РАСТЕНИЙ	23
КАК РАСТЕНИЯ ЗАПИСАЛИ СВОЮ ИСТОРИЮ	26
СИЛА ВОЗРОЖДЕНИЯ	29
ЯНТАРЬ И УРОЖАЙ	33
ХОЧУ ПИТЬ	38
ПЕНА НА КУСТАХ	40
ДОЖДЬ	41
МЕДВЯНАЯ РОСА	44
СВЕТ И КОРНИ	48
СКРЫТЫЙ ФОТОСИНТЕЗ	51
САМОЕ ИНТЕРЕСНОЕ В МИРЕ ВЕЩЕСТВО	57
БЕЛЫЕ РАСТЕНИЯ	59
ЦВЕТОЧНЫЕ ЧАСЫ	61
НАЧАЛО ИЮНЯ	64
ВЗЫВЫ ЖИЗНИ	66
ДОРОГА В ЖИЗНЬ	68
«ОЯ НЕ ЦВЕТИ БУЙНЫМ ЦВЕТОМ, ЗЕЛЕНЫЙ КАТРАН!»	70
КЛЮВИК ГОРЧИЦЫ	73
КОВАРНЫЕ СЕМЯНКИ	75
ЕЩЕ ОДНА ЗАГАДКА СЕМЕНИ	77
ЗА СОЛНЦЕМ	80

ВТОРОЕ ЦВЕТЕНИЕ	84
РАДИАЦИЯ И РАСТЕНИЯ	91
ВЕДЬМИНА МЕТЛА	94
ГРИБЫ РВУТ АСФАЛЬТ	99
ВЕДЬМИН КРУГ	102
ХИМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАС- ТЕНИЙ	106
ГАЗОВАЯ АТАКА	110
ЗАПАХ ЗЕМЛИ	116
АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКАЯ СФЕРА	118
МОГУТ ЛИ РАСТЕНИЯ САМИ СЕБЯ ОТ- РАВИТЬ?	122
АЛЛЕЛОПАТИЯ НА ПОЛЯХ	126
ИСПОРЧЕННЫЙ КАРТОФЕЛЬ	131
ДОБРОЖЕЛАТЕЛЬНЫЕ СОСЕДИ	134
ЛОВЧИЕ ПОЯСА	137
РАСТЕНИЯ МЕНЯЮТ «ПРОФЕССИЮ»	138
ОГОНЬ ПОЛЕЙ	141
РАСТИТЕЛЬНОЕ МОЛОКО	144
СОН РАСТЕНИЙ	148
ЗАПАЛ	153
РАСТЕНИЯ—ПОДУШКИ	155
ВЕРХОВОЕ БОЛОТО	160
РАСТЕНИЯ—ХИЩНИКИ	162
ЛИСТОПАД	168
ПОЧЕМУ ЗОЛОТЯТСЯ ЛИСТЬЯ?	171
ПОСЛЕДНИЙ ЛИСТ	175
ОСЕННИЙ СОН	177
КАК ОНИ ЗИМУЮТ	182
ХОЛОД И ЖИЗНЬ	185
«ПРОСТУЖЕННЫЕ» РАСТЕНИЯ	187
В ЛЕДЯНЫХ ТИСКАХ	189
РАСТЕНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСТВО	191
ИСКАТЬ — И НАХОДИТЬ!	197

АНДРЕЙ МИХАЙЛОВИЧ ГРОДЗИНСКИЙ
Витамины в воздухе. Память растений.
Грибы рвут асфальт. Ведьмина метла
(Перевод с украинского)

*Печатается по постановлению Редакционной кол-
легии научно-популярной литературы АН УССР*

Редактор С. М. Хазанет
Художественный редактор В. П. Кузь
Оформление художника М. М. Усова
Технический редактор И. М. Галушко
Корректор Л. Ф. Кирьян

БФ 06694. Зак. № 362. Изд. № 41. Тираж 32 000.
Бумага № 2. 70×108¹/₃₂. Печ. физ. листов 6,25.
Условн. печ. листов 8,75. Учетно-изд. листов 8,28.
Подписано к печати 22.XI 1966 г.

Изд-во «Наукова думка», Киев, Репина, 3.
Киевская книжная типография № 5 Комитета по
печати при Совете Министров УССР, Киев, Ре-
пина, 4.