

А. А. Ммирядова.

581.4

И.

Мези
расийский.

ДР 54г.

Н. И.
Ласкинъ

5814
Т41

ЖИЗНЬ РАСТЕНІЯ

Григорій Григоріевичъ
Ласкинъ.

ДЕСЯТЬ ОБЩЕДОСТУПНЫХЪ ЧТЕНІЙ

К. А. Тимирязева,

ПРОФЕССОРА МОСКОВСКАГО УНИВЕРСИТЕТА, БЫВШАГО ПРОФЕССОРА ПЕТРОВСКОЙ АКАДЕМІИ

0451/01

пр-49

6-е изданіе.

Съ 83 рисунками въ текстъ и двумя фототипіями.



МОСКВА.

Изданіе М. и С. Сабашниковыхъ.

1905.

Рисунки дозволени цензурою. Москва, 15 мая 1904 г.



Т. Ласкинъ.

*Григорій Григоріевичъ
Ласкинъ.*



Кунцевскій дубъ.



Отзывъ о „Жизни растенія“ профессора А. Н. Бекетова.

„Жизнь растений“ профессора Тимирязева получила уже должную оцѣнку со стороны нашего образованнаго общества, что доказывается ея большимъ распространѣнiемъ, несмотря на серьезное содержанiе. Причина тому—мастерское изложенiе. Миѣ неизвѣстно ни одно общедоступное сочиненiе по ботаникѣ и притомъ ни на одномъ изъ главныхъ языковъ цивилизованнаго міра, которое бы равнялось произведенiю нашего автора.

„Книга проф. Тимирязева на 331 страницѣ содержитъ изложенiе всей общей ботаники въ сжатомъ видѣ, но по внимательномъ ея прочтенiи читатель получаетъ полное и основательное представленiе о виѣшнемъ и внутреннемъ (анатомiя) строенiи растений и о всѣхъ его фiзіологическихъ отправленiяхъ. вмѣстѣ съ тѣмъ она читается съ большимъ интересомъ. Достигнуто это не только высоко-талантливымъ изложенiемъ, но и глубоко обдуманнѣмъ планомъ. Все въ этомъ сочиненiи сосредоточено, устремлено, если можно такъ выразиться, къ одной главной цѣли: къ разъясненiю тѣхъ явленiй, что совершаются въ растенiи, составляя его жизнь. Поэтому и анатомiя (ученiе о клѣточкѣ и тканяхъ) и морфологiя изложены настолько, насколько это нужно для яснаго пониманiя тѣхъ или другихъ жизненныхъ явленiй растенiя. Нигдѣ не накоплено излишней массы фактовъ, ибо цѣль книги состоитъ вовсе не въ томъ, чтобы исчерпать все содержанiе науки, а въ томъ, чтобы доставить читателю строго-научное представленiе о способахъ, которыми растенiе разрѣшаетъ свои жизненные задачи. Такимъ образомъ возбуждается интересъ къ предмету и указываются пути къ болѣе глубокому его изученiю.

„Кромѣ того, авторъ повсюду останавливается на опытахъ и на ходѣ наблюденiй. Его изложенiе по преимуществу индуктивное. Пусть читатель прочтетъ хоть тѣ главы (IV и V), въ которыхъ изложены опыты надъ искусственнымъ питанiемъ растений и надъ

хлорофилльною функціею листа (поглощеніе и разложеніе растеніемъ углекислаго газа), и онъ приобрѣтеть не только знаніе, но еще вникнетъ, вмѣстѣ съ авторомъ, въ самые методы точныхъ фізіологическихъ опытовъ, поразится остротою и глубокомысліемъ проложенныхъ для вымогательства у самой природы отвѣтовъ на задаваемые ей вопросы. Эта настойчивость автора излагать, гдѣ только къ тому представляется случай, самый ходъ наблюденій и изслѣдованій особенно цѣнна. Не говоря о томъ, что только этимъ способомъ можно доказать мыслящему читателю справедливость научныхъ положеній, но это еще исключаетъ догматизмъ и ту педантическую докторальность, которая такъ часто вредитъ общедоступнымъ сочиненіямъ, исключаетъ, наконецъ, и ту расплывчатость, то многорѣчіе, что отталкиваетъ читателя, не доставляя ему точныхъ и главныхъ свѣдѣній.

„Примѣромъ такого расплывчатого, скажу — болтливого, изложенія можетъ служить великолѣпно изданное нѣмецкое сочиненіе, носящее то же названіе, что и сочиненіе проф. Тимирязева *), и по своей внѣшности способное возбудить въ комъ-нибудь желаніе перевести его на русскій языкъ. Въ одномъ I томѣ, посвященномъ строенію и жизни растений, 733 страницы большого формата съ 20 прекрасно исполненными акварелями и 553 превосходными ксилографіями. Тутъ накоплена огромная масса фактовъ, но главныя основы не только теряются, но часто просто ошибочны.

„Поэтому, само собой разумѣется, что если бы меня спросили: какую книгу лучше читать для ознакомленія съ жизнью растений, то я указалъ бы на книгу Тимирязева, умолчавъ о Кернерѣ, посоветовавъ лучше читать тѣ спеціальныя сочиненія, изъ которыхъ черпалъ названный писатель“.

*) Pflanzenleben von Anton Kerner von Marilaun. Leipzig, 1881.

Предисловіе къ первому изданію.

Уже почти четверть столѣтія въ ботанической литературѣ, не только русской, но и западно-европейской, ощущается недостатокъ въ сочиненіи, которое знакомило бы въ общедоступной формѣ съ современнымъ состояніемъ растительной фізіологіи. Рѣшаясь печатать эти лекціи, я надѣюсь, хотя въ слабой мѣрѣ, пополнить этотъ пробѣлъ, но, отдавая эту книгу на судъ читателей, вполнѣ сознаю всю трудность предпринятой задачи. Всякое общедоступное изложеніе по самой своей сущности лишаетъ автора возможности высказать *всю истину*, т.-е. представить всестороннюю, критическую оцѣнку приводимыхъ фактовъ,— и тѣмъ болѣе обязываетъ его не говорить *ничего, кромѣ истины*, а это послѣднее требованіе въ высшей степени трудно выполнить въ наукѣ, представляющей еще много шаткаго, еще далеко не установившейся. Отсюда понятно, что общедоступное изложеніе такой науки, какъ фізіологія растений, представляетъ гораздо болѣе трудностей, чѣмъ подобное же изложеніе, напр., химіи или физики.

Второе требованіе, которому должно удовлетворять подобное сочиненіе, заключается въ томъ, чтобы авторъ его сумѣлъ на время отрѣшиться отъ своей обычной точки зрѣнія специалиста, чтобы онъ, такъ сказать, отступилъ на нѣсколько шаговъ и посмотрѣлъ, на что похожа наука со стороны. Въ выборѣ этой точки зрѣнія, достаточно близкой, чтобы можно было рассмотреть главнѣйшія подробности, но не настолько близкой, чтобы подробности вредили впечатлѣнію цѣлаго, заключается главное условіе успѣха. Удалось ли мнѣ найти эту точку—судить не мнѣ.

Положеніе автора общедоступнаго сочиненія еще тѣмъ отличается отъ положенія автора спеціальнаго изслѣдованія, что оно лишаетъ его всякой возможности оправдываться и защищаться. Оно выдаетъ его совершенно беззащитнымъ въ руки его судей. Первой и послѣдней, безапелляціонной инстанціей является читатель. Специалистъ можетъ находить изложеніе добросовѣстнымъ, преодолевающимъ значительныя трудности и проч.; но если оно просто не нравится читателю, оно уже не достигаетъ своей цѣли и, слѣдовательно, осуждено.

Буду надѣяться, что и между читателями мнѣ удастся встрѣтить такихъ же благосклонныхъ судей, какихъ я имѣлъ счастье встрѣтить въ своихъ слушателяхъ, оцѣнившихъ трудность задачи и снисходительно отнесшихся къ ея исполненію *).

Петровское-Разумовское,
30-го марта 1878.

*) Лекціи эти были читаны зимою 1876 г. въ Московскомъ музеѣ прикладныхъ знаній. Въ приложеніи помѣщена лекція „Растеніе какъ источникъ силы“, читанная въ Петербургѣ, въ И. Русскомъ Техническомъ Обществѣ, весною 1875 года.

Предисловіе ко второму изданію.

Въ предисловіи къ первому изданію я указалъ, что недостатокъ въ общедоступномъ очеркѣ фізіологіи растений ощущается не только въ нашей, но и во всѣхъ европейскихъ литературахъ. Ту же мысль высказываетъ Ю. Саксъ въ предисловіи къ своему послѣднему сочиненію, которымъ онъ желаетъ пополнить этотъ пробѣлъ *). Книга Сакса не появилась еще въ русскомъ переводѣ, но если бы она и появилась, я не думаю, чтобы она сдѣлалась достояніемъ читателей не-спеціалистовъ; скажу болѣе, я сомнѣваюсь, чтобы ее можно было назвать популярной, даже съ точки зрѣнія нѣмецкой публики, болѣе привыкшей къ подобному чтенію.

Такимъ образомъ, соображенія, оправдывавшія появленіе перваго изданія, сохраняютъ свою силу и по отношенію ко второму. Это второе изданіе мало отличается отъ перваго. Въ книгахъ этого рода не послѣднее значеніе играетъ умѣренный объемъ, не пугающій читателя, который не располагаетъ лишнимъ досугомъ. Потому-то, просматривая свою книгу для второго изданія, я прежде всего старался избѣжать не рѣдкой ошибки, вслѣдствіе которой, напр., иной краткій учебникъ въ послѣдующихъ изданіяхъ разрастается въ объемистый сводъ науки, уклоняясь, такимъ образомъ, отъ своего первоначальнаго назначенія. Я старался исправить то, что нашелъ въ первомъ изданіи слабымъ, измѣнилъ то, что было или оказалось неточнымъ, добавилъ только самое существенное изъ того, что открыто новаго, — за пять лѣтъ наука дѣлаетъ не много пріобрѣтеній, заслуживающихъ мѣста на страницахъ краткаго, общедоступнаго очерка.

*) Vorlesungen ueber Pflanzenphysiologie. 1882.

Не раздѣляя мнѣнія Сакса, высказаннаго имъ въ только что упомянутомъ предисловіи, что читатели «хотятъ и должны знать» только воззрѣнія автора, что для нихъ «совсѣмъ не существенно знать, такъ или иначе думаютъ другіе», я старался во всемъ изложеніи касаться только фактовъ вполне достовѣрныхъ или общепризнанныхъ, а въ тѣхъ случаяхъ, когда былъ вынужденъ высказать мнѣнія, идущія въ разрѣзъ съ господствующими воззрѣніями, пытался, по возможности, выражать ихъ въ такой формѣ, чтобы читатель самъ могъ быть судьей. Ручаюсь за одно: Я не позволилъ себѣ ни разу высказать въ догматической формѣ какое-либо мнѣніе, зная, что противъ него представлено вѣское и еще неопровергнутое возраженіе.

Для болѣе удобнаго пользованія книгой она снабжена подробнымъ оглавленіемъ и указателемъ.

Ограничиваясь этими разъясненіями, передаю и это второе изданіе на судъ читателя въ той же надеждѣ, которую высказываю въ концѣ предисловія къ первому изданію.

Кунцево,
8 іюля 1884.

Предисловіе къ третьему изданію.

Уже нѣсколько лѣтъ тому назадъ разошедшееся второе (двойное) изданіе предлагаемой книги оправдываетъ высказываемую на первыхъ ея страницахъ надежду, что доступное изложеніе общихъ основъ фізіологіи растеній можетъ разсчитывать на читателей, интересующихся явленіями растительной жизни, призванными играть такую важную экономическую роль въ нашей собственной жизни. Возрастающее значеніе, приобретаемое у насъ научнымъ земледѣліемъ, конечно, со временемъ оправдаетъ и высказываемое мною убѣжденіе, что фізіологія растеній займетъ со временемъ такое же положеніе по отношенію къ агрономіи, какое фізіологія челоуѣка уже заняла по отношенію къ медицинѣ,—а достиженію этого результата, конечно, должно способствовать распространеніе основательныхъ ботаническихъ знаній не только съ кафедры, но и въ болѣе широкихъ кругахъ читающей публики.

Какъ въ предшествующихъ изданіяхъ, и въ настоящемъ я заботился прежде всего о томъ, чтобы не выйти изъ рамокъ книги, предназначенной для чтенія и первоначальнаго ознакомленія съ предметомъ, а не для усидчиваго его изученія. Потому понятно, что сдѣланныя вновь измѣненія и дополненія касались попрежнему только самыхъ крупныхъ приобрѣтеній науки за истекшее время.

Съ виѣшней стороны изданіе представляетъ, предъ вторымъ, то преимущество, что число рисунковъ увеличено почти на треть, а многіе старые замѣнены новыми.

Считаю небезполезнымъ сказать два слова по поводу приложенныхъ фототипій. Мнѣ приходилось слышать упреки, что

на страницахъ этой книги читатель знакомится только съ жизнью растенія въ лабораторной обстановкѣ и не встрѣчаетъ картинъ привольной растительной жизни на чистомъ воздухѣ, подъ открытымъ небомъ. Но я того мнѣнія, что за эту послѣднюю задачу можно браться только, обладая кистью Шишкина или перомъ Тургенева. Тѣмъ же, кому отказано въ этихъ дарахъ, полезнѣе обратиться къ средствамъ, которыя даетъ въ руки каждому любителю современная фотографія. Я убѣжденъ, что, разумно руководимое художественнымъ вкусомъ, это новое орудіе изслѣдованія могло бы способствовать развитію такъ мало еще распространеннаго у насъ «чувства природы» *). Мы знаемъ по именамъ знаменитые дубы и буки Фонтенбло, но, я увѣренъ, найдется не мало москвичей, не выдавшихъ Кунцевскаго дуба; мы интересуемся блѣдными описаніями роскошной тропической природы, а не обращаемъ вниманія на красоту какого-нибудь глухого лѣсного уголка, на разстояніи часа ѣзды отъ Кремля. Я полагаю, что приложенные два этюда даютъ понятіе о мощи, достигаемой растительною особью, и о сложномъ сплетеніи безчисленныхъ индивидуальныхъ жизней на ничтожномъ клочкѣ земли—болѣе краснорѣчивое, чѣмъ обычные перечни гигантовъ растительнаго царства или ряды цифръ, поясняющихъ геометрическую прогрессію размноженія растеній. А сколько такихъ мотивовъ можетъ подсмотрѣть мыслящій цѣнитель красотъ природы, бродя по полямъ и лѣсамъ со своей камерой.

Позволяю себѣ въ заключеніе высказать надежду, что и по отношенію къ своимъ новымъ читателямъ мнѣ удастся достигнуть главной своей цѣли: вызвать въ нихъ то, съ чего должно начинаться всякое изученіе,—любовь къ изучаемому предмету.

Москва,
январь 1894.

Н. Тимирязевъ.

*) См. мою статью „Фотографія и чувство природы“ въ сборникѣ моихъ рѣчей: „Насущныя задачи современнаго естествознанія“, Москва, 1904.

Предисловіе къ четвертому изданію.

Внимательный наблюдатель нашей современной дѣйствительности можетъ замѣтить утѣшительное явленіе — пробужденіе вновь интереса къ естествознанію, невольно напоминающее сходное настроеніе въ концѣ пятидесятихъ и началѣ шестидесятихъ годовъ. Это стремленіе несомнѣнно является живою струей, освѣжающею стоячія воды равнодушія къ строгой научной мысли, съ ихъ нездоровыми міазмами: мистицизмомъ, метафизическимъ празднословіемъ, всякаго рода декадентствомъ—этими признаками застоя или попятнаго движенія мысли.

Только этимъ общимъ настроеніемъ современнаго читателя могу объяснить себѣ и тотъ частный фактъ, что съ небольшимъ черезъ годъ потребовалось уже новое изданіе этой книги, стремящейся подстрекнуть любознательность читающаго и побудить его къ дальнѣйшему изученію области естествознанія, одинаково важной и въ теоретическомъ отношеніи и въ примѣненіи къ запросамъ жизни. А кому дороги успѣхи живой, здоровой общественной мысли, тому должно быть отрадно и сознаніе, что среди общихъ дружныхъ усилій и ему удалось слегка наддать плечомъ,—способствовать хотя бы въ ничтожной мѣрѣ возобновленію замедлившагося было на время поступательнаго ея движенія.

Москва,
май 1896.

Н. Тимирязевъ.

Предисловіе къ пятому изданію.

Напутствуя это новое изданіе своей книги, могу только выразить, какъ и въ послѣднемъ изданіи, чувства радостнаго изумленія по поводу быстраго расширенія круга ея новыхъ читателей, но на этотъ разъ считаю еще нравственнымъ долгомъ присоединить и чувства глубокой, горячей признательности многочисленнымъ ея прежнимъ читателямъ, выразившимъ мнѣ такое лестное сочувствіе въ навсегда мнѣ памятный день 9-го апрѣля. Они, и никто другой, обусловили успѣхъ книги и могутъ его считать дѣломъ рукъ своихъ.

Москва, 1897.

К. Тимирязевъ.

Предисловіе къ шестому изданію.

Повторяющійся спросъ на эту книгу, несмотря на болѣе чѣмъ четверть вѣка, истекшую со времени ея перваго появленія, доказываетъ, что она соотвѣтствовала назрѣвшей потребности читателей. Такой длинный срокъ, мнѣ кажется, даетъ возможность и автору отнестись объективно къ своему произведенію. Перечитывая предисловіе къ первому изданію, я могу сказать, что надежды, высказываемыя въ его заключеніи, оправдались въ мѣрѣ, превосшедшей самыя смѣлыя мои ожиданія. На первыхъ порахъ, меня утѣшало отношеніе къ моей книгѣ лучшихъ представителей того поколѣнія ученыхъ, къ которому относились мои учителя, отношеніе такихъ людей, какъ Зининъ, Савичъ (астрономъ), А. Н. Бекетовъ и др. Теперь, самъ на склонѣ лѣтъ, я еще болѣе дорожу отношеніемъ къ ней постоянно подрастающихъ молодыхъ поколѣній — въ ихъ сочувствіи я всегда видѣлъ лучшую награду за свои стремленія приносить посильную помощь всѣмъ искренно ищущимъ знанія и ставить достоинство науки выше всякихъ житейскихъ соображеній.

Какъ и въ предшествующихъ изданіяхъ, я заботился только о томъ, чтобы не обойти молчаніемъ самыхъ крупныхъ пріобрѣтеній науки, какимъ только и мѣсто на страницахъ общедоступной книги, и въ то же время оберечь эти страницы отъ возрѣній, не рѣдко выдаваемыхъ за послѣднее слово науки, а къ сожалѣнію только свидѣтельствующихъ объ упадкѣ критической мысли за послѣднія десятилѣтія.

Значительная часть рисунковъ для этого изданія сдѣлана вновь А. Н. Строгановымъ, за что приношу ему искреннюю благодарность.

Москва,
май 1904.

К. Тимирязевъ.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Отзывъ о „Жизни растений“ проф. А. Н. Бекетова	Стр. I
Предисловіе къ 1-му изданію	III
Предисловіе къ 2-му изданію	V
Предисловіе къ 3-му изданію	VII
Предисловіе къ 4-му изданію	IX
Предисловіе къ 5-му изданію	X
Предисловіе къ 6-му изданію	XI

I.

Наука и общество.—Внѣшнее и внутреннее строеніе растенія.

Скудость ботаническихъ знаній, проникающихъ въ наше общество.— Два устарѣлые типа ботаниковъ.— Современное направленіе науки.— Морфологія и фізіологія, форма и жизнь.—Двѣ причины сравнительной отсталости ботаники—логическая и практическая.—Искусство и наука.— Земледѣліе и фізіологія растений.— Взаимное отношеніе между наукой и обществомъ.

Обзоръ внѣшнихъ органовъ цвѣтковаго растенія.— Метаморфозъ.— Споровыя растенія древнѣе и проще сѣменныхъ.— Спора—кѣлочка.— Кѣлочка—основа и начало всякаго организма.—Отношеніе приведенныхъ фактовъ къ вопросу о происхожденіи организмовъ.—Планъ изложенія 1

II.

К л ѣ т о ч к а.

Законъ вѣчности вещества.— Происхожденіе вещества растеній изъ внѣшней среды.— Понятіе объ элементарномъ и ближайшемъ составѣ растенія.— Три основныя группы ближайшихъ химическихъ началъ: бѣлки, углеводы жиры.— Химическое и микроскопическое изслѣдованіе растенія.

Принятіе питательныхъ веществъ растеніемъ.— Понятіе о диффузіи вещества.—Диффузія газовъ и жидкостей.—Коллоиды и кристаллоиды.— Превращеніе веществъ въ кѣлочки объясняетъ ихъ поступленіе.—Основной механизмъ питанія кѣлочки 34

III.

С ѣ м я.

Строеніе сѣмени и внѣшнія явленія прорастанія.—Три условія прорастанія: вода, воздухъ, теплота.— Механическое значеніе воды.— Хими-

ческое значеніе воды.—Ферменты.—Діагност.—Пепсинъ.—Насѣкомоядныя растенія.— Самостоятельность частей зародыша.— Искусственное питаніе зародыша.—Механизмъ перемѣщенія питательныхъ веществъ въ растеніи.

Отношеніе сѣмени къ воздуху; выдѣленіе углекислоты, поглощеніе кислорода—дыханіе.— Потеря въ вѣсѣ и новышеніе температуры, какъ результатъ дыханія.— Значеніе окружающей температуры.— Температуры—низшая, высшая и лучшая.—Вліяніе возраста сѣмени на его всхожесть.—Долговѣчность сѣмянъ.—Общая характеристика періода прорастанія.— Раздѣленіе труда между различными органами растенія, проявляющееся уже у простѣйшихъ растеній

57

IV.

К о р е н ь.

Значеніе корня.—Составъ почвы.—Способъ опредѣленія необходимыхъ питательныхъ веществъ.— Искусственные культуры.— Культуры безъ органическаго вещества, безъ перегноя.—Водяныя культуры.—Значеніе азота, калия, желѣза, кремнія.— Необходимыя питательныя вещества, принимаемыя корнемъ.—Непосредственно-питательныя и запасныя вещества въ почвѣ.—Поглотительная способность почвы.—Значеніе почвенной селитры.—Усвоеніе азота бобовыми растеніями.— Въ какой формѣ находятся питательныя вещества въ почвѣ.

Строеніе корня.—Его замѣчательное развитіе въ длину и значеніе этого свойства.—Отношеніе корня къ жидкимъ и твердымъ веществамъ.—Общій механизмъ принятія питательныхъ веществъ корнемъ

84

V.

Л и с т ь.

Значеніе листа.—Какое питательное вещество поступаетъ черезъ листь?—Отношеніе листа къ углекислотѣ.—Строеніе листа.—Выдѣленіе кислорода.—Разложеніе углекислоты въ водѣ.—Наглядная форма этого опыта.—Разложеніе углекислоты въ искусственной смѣси газовъ и въ атмосферномъ воздухѣ.—Образованіе углевода (крахмала) въ хлорофилловомъ зернѣ.

Значеніе процесса разложенія углекислоты съ точки зрѣнія превращенія энергіи.—Питаніе растенія на счетъ органическаго вещества.—Грибы и паразиты.—Физиологическая роль листа

113

VI.

С т е б е л ь.

Второстепенная роль стебля какъ посредника между листомъ и корнемъ.—Формы стебля.—Внутреннее строеніе.—Клѣточка, волокно и сосудъ.—Три типа тканей: питательныя, механическія и проводящія.—Соединительная ткань и пучки.—Строеніе стеблей у однодольныхъ и двудольныхъ растеній.—Древесина и кора.

Восходящій токъ воды.—Его путь и причина поднятія.—Участіе

корня—его водопоъемная способность.—Учаііе листьевъ — испареніе воды.—Роль устьиць.—Роль сосудовъ.—Значеніе окаймленныхъ поръ.—Быстрота движенія сока.—Значеніе пробковой ткани.—Движеніе питательныхъ веществъ, выработанныхъ листомъ.—Путь этого движенія.—Значеніе ситовидныхъ и млечныхъ сосудовъ.—Причины этого движенія.—Образованіе запасовъ питательныхъ веществъ 141

VII.

Р о с т ь.

Питаніе и ростъ.—Направленіе роста корня в стебля.—Вліяніе земного притяженія.—Напряженіе тканей.—Образъ дѣйствія земного притяженія.—Вліяніе свѣта.—Геліотропизмъ.—Способы измѣренія роста.—Вліяніе температуры.—Термотропизмъ.

Ростъ и размноженіе клѣточекъ.—Дѣленіе ядра.—Ближайшее дѣйствіе свѣта на ростъ клѣточныхъ стѣнокъ.—Вліяніе давленія на форму клѣточекъ.—Механизмъ роста клѣточки.—Можно ли слышать какъ произрастаетъ растеніе.—Значеніе экспериментальнаго искусства 172

VIII.

Ц в ѣ т о к ь.

Воспроизведеніе растеній, безполое и половое.—Цвѣтокъ.—Существенныя части цвѣтка—яичко и цвѣтень.—Оплодотвореніе.—Оплодотвореніе у простѣйшихъ растеній.—Приспособленія, обезпечивающія оплодотвореніе цвѣтковыхъ растеній.

Значеніе такъ называемыхъ несущественныхъ частей цвѣтка.—Самооплодотвореніе и перекрестное оплодотвореніе.—Значеніе вѣтра и наіѣкомыхъ.—Части цвѣтка, служащія приманкой для наіѣкомыхъ.—Особыя формы цвѣтковъ, приспособленныя для перекрестнаго оплодотворенія при посредствѣ наіѣкомыхъ.—Доля искусства въ образованіи культурныхъ породъ.—Значеніе отбора.—Недостаточность фізіологическихъ знаній о сущности полового процесса 212

IX.

Р а с т е н і е и ж и в о т н о е.

Хотячія понятія о различіи между растеніемъ и животнымъ.—Способность растенія къ движенію.—Движенія микроскопическія: протоплазмы, вооспоръ, живчиковъ.—Движенія органовъ высшихъ растеній подъ вліяніемъ внѣшнихъ условій (теплоты, свѣта).—Раздражительные органы.—Механизмъ этихъ движеній.—Самопроизвольно движущіеся органы.—Польза различныхъ движеній для растенія.

Внутреннее сходство процессовъ движенія у растенія и у животныхъ. Сходство процессовъ питанія.—Сходство процесса дыханія.—Дыханіе и броженіе.—Сходство явленій раздражительности и анестезіи у животныхъ и растеній.—Обладаетъ ли растеніе сознаніемъ?—Различіе

между животнымъ и растеніемъ не качественное, а количественное, — не категорическое, а типическое. — Итоги опытной физиологии не исчерпываютъ задачи этой науки 238

X.

Образованіе органическихъ формъ.

Цѣлесообразность органическихъ формъ можетъ быть объяснена только историческимъ процессомъ ихъ образованія. — Палеонтологія, морфологія и эмбриологія согласно свидѣтельствуютъ о родовой связи организмовъ. — Противорѣчіе этого заключенія съ господствовавшимъ убѣжденіемъ въ постоянствѣ видовъ. — Точно ли виды неизмѣнчивы. — Логическая ошибка, въ которой коренится это убѣжденіе.

Почему историческій процессъ ведетъ къ совершенствованію? — Теорія Дарвина. — Борьба за существованіе и естественный отборъ. — Какъ объясняется отсутствіе переходныхъ формъ. — Чѣмъ приходится довольствоваться при объясненіи частныхъ случаевъ цѣлесообразнаго приспособленія. — Аналитическій и синтетическій путь, пройденный читателемъ. — Общее заключеніе и цѣль всего курса 273

П Р И Л О Ж Е Н І Е.

Растеніе какъ источникъ силы.

Двойное значеніе пищи для животнаго организма — какъ строительнаго матеріала и какъ источника силы. — Понятіе о работѣ и энергіи, актуальной и потенциальной. — Законъ сохраненія энергіи. — Механическая теорія теплоты. — Химическое сродство. — Животный организмъ, разсматриваемый какъ механизмъ. — Горѣніе и дыханіе.

Необходимость существованія въ природѣ процесса обратнаго горѣнію и дыханію. Открытіе Пристлея. — Разложеніе углекислоты растеніемъ. — Значеніе этого процесса съ точки зрѣнія ученія о сохраненіи энергіи. — Робертъ Майеръ. — Производство органическаго вещества растеніемъ. — Хлорофиллъ; его оптическія свойства, объясняющія его значеніе въ природѣ. — Образованіе крахмала и бѣлковыхъ веществъ. — Экономическое значеніе процесса, совершающагося въ зеленыхъ органахъ растенія. — Теоретическій предѣлъ производительности земли. — Общій выводъ . . . 307

Указатель 345

ЖИЗНЬ РАСТЕНІЯ.

I.

Наука и общество.—Внѣшнее и внутреннее строеніе растенія.

Едва ли не въ первый еще разъ въ Москвѣ ботанику-фізіологу представляется случай излагать въ общедоступной формѣ и предъ такимъ многочисленнымъ собраніемъ основныя начала ученія о жизни растенія. Въ виду исключительности этого положенія я считаю не лишнимъ сказать нѣсколько словъ о современномъ состояніи нашей науки и ея отношеніи къ обществу. Я полагаю, я не ошибусь, сказавъ, что едва ли о какой отрасли естествознанія существуетъ въ нашемъ обществѣ такое смутное понятіе, какъ именно о ботаникѣ. Отсюда весьма понятно, что общество относится къ ней безучастно, и едва ли какая естественная наука возбуждаетъ въ немъ такъ мало интереса, какъ ботаника. Конечно, уже далеко за нами осталась та грибоѣдовская Москва, въ которой съ изумленіемъ, почти съ негодованіемъ, восклицали:

Онъ химикъ, онъ ботаникъ,
Князь Федоръ, нашъ племянникъ.

Но я хочу только указать на то обстоятельство, что при современномъ расположеніи къ естествознанію химикъ, фізіологъ, геологъ успѣли, повидимому, завоевать себѣ болѣе почетное мѣсто, чѣмъ ботаникъ.

Я полагаю, я буду недалеко отъ истины, сказавъ, что при

словъ *ботаникъ* еще и теперь въ воображеніи многихъ людей, даже вполне образованныхъ, но стоящихъ въ сторонѣ отъ науки, возникаетъ одинъ изъ слѣдующихъ двухъ образовъ: или скучный недантъ, обладающій неистощимымъ запасомъ двойныхъ латинскихъ названій, часто самыхъ варварскихъ, умѣющій, почти не глядя, всякое растеніе, всякую травку назвать по имени и по отчеству, умѣющій, пожалуй, при случаѣ сказать, какая трава употребляется отъ золотухи, какая отъ водобоязни, на что въ дѣйствительности ни та, ни другая негодна. Вотъ одинъ типъ, наводящій тоску и уныніе и, конечно, неспособный возбудить сочувствіе къ наукѣ. Но рядомъ съ нимъ, при словѣ *ботаникъ*, возникаетъ и другой, менѣе мрачный образъ: страстный любитель цвѣтовъ, какой-то мотылекъ, порхающій отъ цвѣтка къ цвѣтку, услаждающій свои взоры ихъ яркимъ колеромъ, вдыхающій ихъ ароматы, воспѣвающій гордую розу и скромную фіалку,—однимъ словомъ, типъ изящнаго адепта той *amabilis scientiae*, какъ въ былое время любили величать ботанику. Вотъ два крайніе типа, связанные во мнѣніи многихъ, очень многихъ людей съ представленіемъ о ботаникѣ; говорю это на основаніи личнаго опыта. Или педантъ номенклаторъ, или любитель-садоводъ, или аптекарь, или эстетикъ, но никакъ не ученый. Ученый какъ-то заслоняется этими двумя типами. Да и существуетъ ли такой ученый ботаникъ? И что это за наука ботаника? Къ чему она стремится? Какія у нея задачи? Какими идеями она руководится? И руководится ли она вообще какими-нибудь идеями? Если общество находится въ невѣдѣніи относительно этихъ вопросовъ, то вина въ томъ ложится отчасти на самихъ ботаниковъ, отчасти кроется глубже, въ историческомъ ходѣ развитія науки. Остановимся на разсмотрѣніи этихъ обстоятельствъ.

Живая, органическая природа можетъ обращать на себя наше вниманіе съ двоякой точки зрѣніи: мы видимъ въ ней тѣла—растенія и животныхъ, мы видимъ въ ней явленія, то-есть жизнь. Мы называемъ эти живыя существа организмами потому, что они представляютъ намъ части, которыя мы называемъ органами, то-есть орудіями. Каждому органу, каждому

орудію свойственно извѣстное отправленіе, извѣстное отношеніе къ общей жизни всего организма. Изучать органы независимо отъ ихъ отправленія, организмы независимо отъ ихъ жизни—почти такъ же невозможно, какъ изучать машину и ея части, не интересуясь ихъ дѣйствіемъ. У кого стало бы терпѣнія изучить описаніе частей какой-нибудь машины, напри-мѣръ часовъ, безъ объясненія ихъ значенія? Такое изученіе было бы не только скучно, но и бесплодно. Само собой понятно, что нельзя познакомиться и съ дѣйствіемъ машины, не зная ея устройства. Отсюда ясно, что независимое изученіе организма съ этихъ двухъ произвольныхъ точекъ зрѣнія, то-есть какъ тѣла и какъ явленія, искусственно и даже не логично. Но, несмотря на то, эти двѣ искусственныя точки зрѣнія, это раздробленіе предмета, давно укоренились въ наукѣ. Наука о живыхъ существахъ, біологія, распалась на двѣ отрасли: на ученіе о формахъ, анатомію или въ болѣе широкомъ смыслѣ *морфологию*, и ученіе о явленіяхъ, о жизни — *физиологию*. Это распаденіе вызвано отчасти необходимостью примѣнить принципъ раздѣленія труда къ обработкѣ громаднаго фактического матеріала, отчасти же различіемъ въ пріемахъ изслѣдованія и въ цѣляхъ, къ которымъ стремятся эти двѣ отрасли знанія. Одна наблюдаетъ и описываетъ, другая испытываетъ и объясняетъ. Доказательствомъ, что это дѣленіе искусственно, служить невозможность его послѣдовательнаго проведенія. На дѣлѣ оно никогда строго не прилагается. Морфологъ поневолѣ вынужденъ говорить о значеніи органа, физиологъ—о его строеніи. Тѣмъ не менѣе этотъ расколъ и еще болѣе узкая спеціализація научной дѣятельности грозятъ въ будущемъ серьезною опасностью, своего рода вавилонскимъ смѣшеніемъ языковъ: морфологъ перестанетъ понимать физиолога; физиологъ перестанетъ интересоваться дѣятельностью морфолога; каждый спеціалистъ замкнется въ своей узкой области, не заботясь о томъ, что творится за ея предѣломъ. Какъ бы то ни было, существованіе этихъ двухъ отраслей пока является фактомъ, навязаннымъ неизбѣжною необходимостью и предъ которымъ всякія сѣтованія бессильны. Но понятно, что эти двѣ отрасли въ весьма различной степени способны привлечь общее вни-

маніе,—вниманіе людей, стоящихъ въ сторонѣ отъ науки и только интересующихся ея болѣе крупными пріобрѣтеніями.

Простое описаніе или перечисленіе окружающихъ насъ растений и животныхъ, конечно, не можетъ возбудить общаго интереса, хотя, разумѣется, число лицъ, находящихъ удовольствіе въ знакомствѣ съ родною флорой и фауной, прямо свидѣтельствуешь о степени научнаго развитія общества. Отрывочное описаніе замѣчательныхъ растений и животныхъ представляется чѣмъ-то мало занимательнымъ, чѣмъ-то, если такъ можно выразиться, черезчуръ прѣснымъ, годнымъ для дѣтскихъ книгъ и для тѣхъ книгъ съ картинками, которыя иногда издаются и для взрослыхъ. Общее вниманіе можетъ обратить на себя развѣ какая-нибудь диковинка, въ родѣ той газетной утки о плотоядномъ растеніи, пожирающемъ живыхъ людей, которая недавно появилась на страницахъ многихъ иностранныхъ и нашихъ газетъ и даже попала въ спеціальныя изданія *).

Иное дѣло—объясненіе явленій, общихъ всѣмъ организмамъ того или другого царства, изученіе основныхъ законовъ жизни; оно можетъ и должно привлекать вниманіе каждаго мыслящаго человѣка, желающаго понимать то, что совершается вокругъ него. То же оправдывается и относительно неживленной природы; минералогія, простое описаніе веществъ, образующихъ земную кору, конечно, не въ состояніи возбудить такого интереса, какъ химія, объясняющая явленія, вызываемыя взаимодействіемъ веществъ, какъ геологія, повѣствующая исторію нашей планеты.

Итакъ, едва ли подлежитъ сомнѣнію, что фізіологія болѣе чѣмъ морфологія, явленіе болѣе чѣмъ тѣло, жизнь болѣе чѣмъ форма—имѣють право разсчитывать на общее вниманіе. Посмотримъ же, которое изъ двухъ направленій получило въ ботаникѣ большее развитіе, — то ли, которое имѣетъ предметомъ жизнь, или то, которое останавливается на мертвой формѣ.

Исторія науки свидѣтельствуешь, что почти всѣ силы ботаниковъ были направлены на эту вторую отрасль; ученые

*) Замѣчаніе это относится къ 1876 году; но любопытно, что на-дняхъ та же старая утка снова вынырнула въ нѣкоторыхъ иностранныхъ и нашихъ газетахъ. *Примѣч.* ко II изд.

вдались въ эту крайность и за формой забывали о жизни. Недалеко еще то время, когда значительное большинство ботаниковъ принадлежало къ первому изъ описанныхъ выше типовъ, да и теперь, можетъ быть, найдется не мало, готовыхъ повторить слова одного французскаго зоолога, который по поводу оживленныхъ преній въ парижской академіи похвалялся тѣмъ, что въ теченіе всей своей научной дѣятельности не высказалъ ни одной идеи, а только опредѣлялъ и описывалъ, описывалъ и опредѣлялъ. Если же отъ этихъ представителей уже отжившаго направленія обратимся къ современнымъ ученымъ, то и между ними найдемъ не мало такихъ, которые, порицая своихъ предшественниковъ, признавая превосходство фізіологическаго направленія, дѣйствуютъ въ томъ же исключительно морфологическомъ направленіи. По мнѣнію этихъ современныхъ представителей науки, ботаникъ—это такой чело-вѣкъ, который вѣкъ свой сидитъ за микроскопомъ, то-есть опять-таки разсматриваетъ и описываетъ, но микроскопически малые организмы или микроскопически мелкія подробности крупныхъ организмовъ. Несмотря на кажущееся несходство, дѣятельность тѣхъ и другихъ по существу совершенно сходна; все различіе только въ масштабъ: одни смотрятъ невооруженнымъ глазомъ или въ лупу, другіе—въ микроскопъ, но какъ тѣ, такъ и другіе только смотрятъ и описываютъ, и описанія водоросли или паразитнаго грибка не отличаются отъ описанія травы или дерева. Какъ тѣ, такъ и другіе забываютъ, что задача фізіолога не описывать, а объяснять природу и управлять ею, что его пріемъ долженъ заключаться не въ страдательной роли наблюдателя, а въ дѣятельной роли испытателя, что онъ долженъ вступать въ борьбу съ природой и силой своего ума, своей логики вымогать, выпытывать у нея отвѣты на свои вопросы, для того чтобы завладѣть ею и, подчинивъ ее себѣ, быть въ состояніи по своему произволу вызывать или прекращать, видоизмѣнять или направлять жизненныя явленія. Само собой разумѣется, что между представителями исключительно морфологическаго, описательнаго направленія встрѣчались могучіе умы, оживлявшіе и освѣщавшіе своею мыслью накопившійся матеріалъ,—мы даже вскорѣ увидимъ тому при-

мѣръ,—но въ общей сложности ихъ дѣятельность вращалась въ кругѣ понятій, которыя были недоступны людямъ не подготовленнымъ и потому не могли возбудить общаго интереса. Изящная простота нѣкоторыхъ морфологическихъ законовъ, стройность естественныхъ системъ, дѣлающихъ изъ нихъ замѣчательные памятники человѣческаго ума,—все это ускользаетъ отъ пониманія тѣхъ, кто не обладаетъ необходимыми для ихъ пониманія частностями.

Такимъ образомъ мы видимъ, что ботаника до сихъ поръ развивалась преимущественно въ направленіи, наименѣе интересующемъ общество. Причина этого лежитъ, какъ уже сказано, отчасти въ историческомъ ходѣ развитія науки, отчасти ложится виною на самихъ ботаниковъ. Историческое развитіе каждой науки требуетъ, чтобы простѣйшее въ ней предшествовало болѣе сложному. А понятно, что задача фізіологіи гораздо сложнѣе задачи морфологіи и предполагаетъ болѣе обширный запасъ свѣдѣній. Для того, чтобы описывать органическія формы, не нужно обладать никакими предварительными свѣдѣніями; для того, чтобы объяснять явленія жизни, то-есть свести ихъ на болѣе простыя физическія и химическія явленія, въ чемъ и заключается задача фізіологіи,—для этого нужно предварительно быть знакомымъ съ этими послѣдними явленіями. Для того, чтобы быть морфологомъ, нужно быть морфологомъ и только. Для того, чтобы быть фізіологомъ, нужно быть въ извѣстной степени и физикомъ, и химикомъ, и морфологомъ. Отсюда понятно, что фізіологическое направленіе могло появиться въ наукѣ позже, то-есть только послѣ развитія физики и химіи, но доказательствомъ тому, что отсталость фізіологіи въ значительной степени зависитъ отъ односторонности самихъ ботаниковъ, служить тотъ фактъ, что пока ботаники занимались исключительно формами,—химики и физики проникли въ заманчивую область растительной жизни и положили основаніе фізіологіи растений. Главными своими устоями фізіологія обязана не ботаникамъ, а химикамъ и физикамъ. Эта отсталость ботаниковъ еще болѣе поражаетъ, если сравнить то, что сдѣлано въ фізіологіи растений, съ тѣмъ, что сдѣлано въ фізіологіи животныхъ. Казалось бы, фактъ совер-

шенно нелогичный: фізіологія растений, по своей задачѣ, гораздо проще фізіологіи животныхъ, такъ какъ жизнь растенія очень немногосложна въ сравненіи съ жизнью животныхъ, и однако наши свѣдѣнія о послѣдней гораздо полнѣе и совершеннѣе. На этотъ разъ, мнѣ кажется, въ защиту ботаниковъ можно привести смягчающія обстоятельства: этотъ успѣхъ фізіологіи животныхъ, мнѣ кажется, можно объяснить причинами, отъ науки не зависящими,—причинами, такъ сказать, чисто житейскаго свойства.

Всякая паука для своего процвѣтанія и развитія нуждается въ нравственной и матеріальной поддержкѣ общества. Въ свою очередь общество оказываетъ поддержку только тому, что оно признаетъ полезнымъ. Въ пользѣ фізіологіи животныхъ общество убѣдилось давно, въ пользѣ фізіологіи растений оно едва только начинаетъ убѣждаться. Почти каждая наука обязана своимъ происхожденіемъ какому-нибудь искусству, точно такъ же какъ всякое искусство, въ свою очередь, вытекаетъ изъ какой-нибудь потребности человѣка. Таковъ, повидимому, неизбѣжный историческій ходъ развитія человѣческихъ знаній. Сначала человѣкъ цѣнитъ знаніе лишь какъ орудіе для приобрѣтенія возможной суммы матеріальныхъ наслажденій, и только при позднѣйшемъ развитіи знаніе само становится источникомъ наслажденія; умственный аппетитъ вступаетъ въ такія же права, какъ аппетитъ матеріальный. Знаніе какъ средство—это искусство; знаніе какъ цѣль—это наука. Искусство, подъ покровительствомъ котораго развивалась фізіологія животныхъ,—медицина. Медицина, послѣ долгихъ безплодныхъ попытокъ разрѣшить свою задачу путемъ умозрѣній или грубаго эмпиризма, пришла къ заключенію, что ей нужно начать издалека, ей нужно изучить законы животной жизни, ей нужно искать опоры въ наукѣ, и вотъ въ медицинскихъ школахъ возникла и развилась фізіологія животныхъ. Но рядомъ съ потребностью быть здоровымъ,—потребностью, которой отвѣчаетъ медицина, у человѣка есть и другія потребности: ему нужно быть сынымъ, одѣтымъ, имѣть кровь и средства передвиженія. Большую часть этихъ удобствъ онъ получаетъ прямо или косвенно отъ растений, которыя воздѣлываетъ или охраняетъ. Только

изучивъ законы ихъ жизни, только подмѣтивъ или выпытавъ у самаго растенія, какими путями оно достигаетъ своихъ цѣлей, мы въ состояніи направить его дѣятельность къ своей выгодѣ, вынудить его давать возможно болѣе продуктовъ возможно лучшаго качества. Очевидно, фізіологія растеній должна лечь въ основу земледѣлія. Земледѣліе, такъ же какъ и медицина, долго блуждало въ одинаково безплодныхъ областяхъ эмпиризма и умозрѣній, пока не пришло къ этому заключенію. Но это случилось гораздо позднѣе, чѣмъ съ медициной; у насъ это сознаніе, можно сказать, едва только начинаетъ проникать въ массу общества. Мы уже давно не сомнѣваемся, что знахари и коновалы—не лучшіе знатоки законовъ животной жизни. Но мы только начинаемъ подозрѣвать, что безграмотные старосты и управители изъ отставныхъ лакеевъ—не лучшіе знатоки законовъ растительной жизни. Когда мы заболѣемъ, то, конечно, прибѣгаемъ къ помощи врача, который лѣчитъ насъ согласно указаніямъ своей науки, но мы еще не прочь поглумиться надъ сосѣдомъ, который сѣетъ хлѣбъ «по всѣмъ правиламъ науки».

Рациональное земледѣліе гораздо моложе рациональной медицины, потому и потребность въ фізіологіи растеній, спросъ на нее явился позднѣе. Но онъ уже явился, и это не можетъ остаться безъ вліянія на судьбы фізіологіи растеній. Какъ фізіологія животныхъ развилась въ медицинскихъ школахъ, такъ фізіологія растеній разовьется въ школахъ агрономическихъ. Уже Германія и Америка покрылись цѣлою сѣтью такъ называемыхъ опытныхъ станцій; во Франціи правительство, въ Англіи частныя лица и общества стремятся къ той же цѣли; даже бѣдная, подавленная долгами, Италія старается не отстать въ общемъ движеніи. Только у насъ, на просторѣ сотенъ милліоновъ десятинъ, среди милліоновъ земледѣльческаго населенія, не возникло еще ни одного подобнаго учрежденія *).

*) Слова эти относятся къ 1876 году, но вопросъ объ опытныхъ станціяхъ не утратилъ своего значенія, можно даже сказать—представляется злобой дня. Въ настоящую минуту Италія снова можетъ служить примѣромъ, заслуживающимъ подражанія. Ни въ одной странѣ не достигли такого развитія такъ называемыя *странствующие кафедры* и связанныя съ ними учрежденія. Успѣхи

несмотря на то, только у насъ еще не рѣдкость услышать, даже въ средѣ образованнаго общества, голоса, желающіе сокращенія, упраздненія, уничтоженія и того, что уже сдѣлано правительствомъ для успѣховъ научной агрономіи.

На этихъ станціяхъ, равно какъ и въ другихъ агрономическихкихъ учрежденіяхъ, экспериментальная фізіологія пріютилась рядомъ съ земледѣліемъ и пойдетъ рука объ руку съ нимъ, освѣщая его путь, обогащаясь, въ свою очередь, его цѣннымъ, вѣками накопленнымъ, опытомъ. Такъ должно быть, судя по примѣру другихъ наукъ, и такъ, безъ сомнѣнія, будетъ. Но пока, если мы сравнимъ эти скромныя опытные станціи и еще болѣе скромныя ботаническія лабораторіи западно-европейскихъ и нашихъ университетовъ съ роскошными палатами, въ которыхъ поселилась медицина, а главное—если мы сравнимъ какіе-нибудь десятки ботаниковъ, занимающихся фізіологіей, съ тѣми тысячами медиковъ, которые, по лицу Европы, занимаются и занимались фізіологіей животныхъ, то охотно согласимся, что въ этихъ массахъ тружениковъ было болѣе шансовъ для появленія Гельмгольцевъ, Клодъ-Бернаровъ, Дюбуа-Реймоновъ и другихъ славныхъ дѣятелей, рядомъ съ которыми ботаники-фізіологи не въ правѣ выставить еще ни одного имени. Въ этомъ обилии матеріальныхъ, а главное—умственныхъ, силъ и заключается причина успѣха фізіологіи животныхъ, въ этомъ заключается и то смягчающее обстоятельство, которое можно привести въ извиненіе отсталости фізіологіи растеній.

Остается только радоваться, что въ ботаникѣ за послѣднія десятилѣтія обнаружилась свѣжая струя, что жизнь начинаетъ привлекать къ себѣ вниманіе, которое было исключительно приковано къ формѣ, и что въ то же время въ обществѣ, по крайней мѣрѣ западномъ, проявилось сознаніе, что фізіологія ра-

этой пропаганды научныхъ основъ агрономіи въ сельскомъ населеніи имѣли несомнѣннымъ послѣдствіемъ общій подъемъ земледѣлія, въ чемъ многіе экономисты усматриваютъ, въ свою очередь, одинъ изъ важныхъ факторовъ улучшенія финансоваго положенія Італіи. Мнѣ самому привелось въ 1902 году изучить на мѣстѣ плодотворную дѣятельность одного изъ выдающихся дѣятелей въ этомъ направленіи, профессора Чезаре Форти въ Комо. Напомню читателямъ любопытныя статьи по этому вопросу профессора А. И. Чупрова, помѣщенные въ „Русскихъ Вѣдомостяхъ“ за 1901 годъ.

стей стремится къ цѣли, для него полезной и даже необходимой, что она—такая же слуга его, какъ и другія науки, ранѣе ея получившія право гражданства.

Спѣшу оговориться. Я не желалъ бы, чтобы моя мысль могла быть превратно понята въ такомъ смыслѣ, будто я требую, чтобы наука стремилась къ исключительно-утилитарнымъ цѣлямъ, будто въ прикладномъ направленіи я вижу ея высшую санкцію, ея оправданіе. Напротивъ, это прикладное направленіе, характеризующее младенчество науки, не можетъ, не должно быть ея цѣлью. По мѣрѣ развитія чистой науки, приложенія являются сами собою. Развитіе науки можетъ опредѣляться только внутреннею логикой фактовъ, а не вѣншимъ давленіемъ потребностей. Научная мысль, какъ и всякая мысль, можетъ работать только подъ условіемъ полной свободы. Стѣспенное гнетомъ утилитарныхъ требованій научное творчество можетъ давать только такія же искусственныя и жалкія произведенія, какъ искусственны и жалкіе произведенія художественнаго творчества, возникающія при подобныхъ условіяхъ, какъ искусственны и жалкіе всякія оды и кантаты, написанныя на случай и по заказу. Можно перерыть архивы любой науки, и врядъ ли въ нихъ найдется смѣлая мысль, блестящее обобщеніе, сдѣланное съ цѣлью и въ виду ихъ приложенія, и наоборотъ: исторія полна примѣрами открытій, стоявшихъ, повидимому, въ сторонѣ отъ всякой практической цѣли и сдѣлавшихся источникомъ безчисленныхъ примѣненій.

Подвожу итогъ этому, нѣсколько затянувшемуся, вступленію. Ботаника пользуется сравнительно малымъ сочувствіемъ въ обществѣ, о ней существуетъ превратное понятіе, потому что она преслѣдовала цѣли, вращалась въ кругѣ идей, имѣющихъ тѣсный интересъ для людей посвященныхъ. Вызванное необходимымъ историческимъ ходомъ развитія, это направленіе поддерживалось и продолжаетъ поддерживаться, благодаря односторонности большинства представителей этой науки. Но въ послѣднее время въ ней все болѣе и болѣе проявляется новое, свѣжее направленіе—направленіе экспериментально-физиологическое. Съ этимъ пробужденіемъ совпадаетъ и пробужденіе въ обществѣ сознанія полезности этихъ знаній. Земледѣліе начи-

наетъ нуждаться въ фізіологіи растеній. Такимъ образомъ интересы общества и науки становятся солидарными. Но если, съ одной стороны, эта солидарность, эта взаимность интересовъ не даетъ еще обществу права предписывать наукѣ ту или другую дѣятельность, тотъ или другой путь развитія, то, въ свою очередь, и наука не въ правѣ уходить въ свое святилище, таиться отъ толпы, требуя, чтобы на-слово вѣрили ея полезности. Представители науки, если они желаютъ, чтобы она пользовалась сочувствіемъ и поддержкой общества, не должны забывать, что они слуги этого общества, что они должны отъ времени до времени выступать предъ нимъ, какъ предъ довѣрителемъ, которому они обязаны отчетомъ. Вотъ чтò мы сдѣлали, должны они говорить обществу, вотъ чтò мы дѣлаемъ, вотъ чтò намъ предстоитъ сдѣлать,—судите, насколько это полезно въ настоящемъ, насколько подаетъ надежды въ будущемъ.

Такова, на мой взглядъ, одна изъ задачъ такъ называемой популярно-научной литературы, такова одна изъ задачъ и популярныхъ чтеній,—задача, которую нерѣдко упускаютъ изъ виду, усматривая въ общедоступномъ изложеніи научнаго предмета только одну его сторону — стремленіе поучать въ возможно легкой и забавной формѣ.

Для того, чтобы понять жизнь растенія, какъ уже сказано, необходимо прежде ознакомиться съ его формой; для того, чтобы понять дѣйствіе машины, нужно знать ея устройство. Бросимъ же прежде всего бѣглый взглядъ на тѣ внѣшнія, формальныя проявленія растительной жизни, для наблюденія которыхъ не нужно никакой подготовки, никакихъ техническихъ приѣмовъ изслѣдованія.

Начнемъ нашъ обзоръ съ начала, съ пробужденія растительной жизни послѣ зимняго сна и оцѣпенѣнія. Въ какомъ видѣ застанетъ ее весна, гдѣ кроются зачатки этой новой жизни? Они кроются въ сѣмени, которое сохранило свою жизненность подъ защитой почвы и толстаго покрова снѣга. Они затаились въ почкахъ, которыя подъ охраной своихъ чешуекъ перенесли невзгоды суровой зимы. Пригрѣетъ весеннее солнце—и на каж-

домъ свободномъ клочкѣ земли выглянуть зеленые ростки, на каждомъ деревѣ или кустарникѣ разбухнуть, лопнуть, сбросить свои невзрачныя и уже ненужныя чешуйки, и распустятся листовыя почки. Сѣмя и почка—вотъ два органа къ которымъ ежедневный опытъ возводитъ начало растительной жизни. Съ этихъ органовъ начнемъ и мы нашъ обзоръ.

Прежде всего, что такое сѣмя, изъ какихъ частей состоитъ оно? Начнемъ съ общеизвѣстнаго—гороха, на примѣръ, или бобовъ. Если мы его вымочимъ въ водѣ, то оно набухнетъ и отъ него отдѣлится кожуря. Подъ кожурой мы встрѣчаемъ двѣ мясистыя или, скорѣе, жестко - хрящеватыя половинки. Въ промежуткѣ между этими двумя половинками защемлено небольшое тѣльце, служащее какъ бы уздечкой или перемычкой между ними; въ этомъ тѣльцѣ мы безъ труда, простымъ глазомъ, а еще



Фиг. 1.

легче при помощи лупы, узнаемъ небольшое зачаточное растеньице, молодой ростокъ, состоящій изъ стебелька съ листьями и корешка (фиг. 1). Этотъ ростокъ связываетъ обѣ доли сѣмени (такъ и называемыя *сѣменодолями*). Эти доли, несмотря на то, что онѣ гораздо болѣе самаго ростка, не что иное, какъ два его боковые придатка. Но что же за органы эти сѣменодоли? Ботаники говорятъ, что это листья. Эти безцвѣтныя, не зеленныя, округлыя, мясистыя, остающіяся подъ землей тѣла они называютъ листьями и, какъ мы тотчасъ увидимъ, не безъ основанія. Стоить отъ сѣмени бобовъ перейти къ ближайшему растенію—къ фасоли; у фасоли эти сѣменодоли уже не останутся подъ землей, а выступятъ надъ ея поверхностью и примутъ зеленый цвѣтъ, свойственный листьямъ (фиг. 2); у клена, у ясеня форма сѣменодоли еще ближе приближается къ обыкновенному листу, и, наконецъ, у липы это будутъ настоящія тонкіе, зеленые листочки съ зубчатымъ краемъ и жилками. Итакъ, сѣменодоли гороха, несмотря на то, что онѣ ни цвѣтомъ, ни видомъ не напоминаютъ листьевъ и живутъ въ землѣ, мы должны признать за листья. За этими первыми, обыкновенно непохожими на настоящіе листья, органами на

вытягивающемся стебелькѣ появляются уже настоящіе листья, но не всегда сразу появляются такіе, какіе встрѣчаемъ на взросломъ растеніи. Вотъ, напримѣръ, молодое растеніе ясеня. Всякому знакома форма листьевъ ясеня; на общемъ черешкѣ расположено нѣсколько паръ листочковъ и на концѣ еще одинъ; такимъ образомъ, цѣлый листъ состоитъ изъ семи, девяти или болѣе листочковъ. Это такъ называемый сложный листъ. Что же мы видимъ здѣсь? (фиг. 3). За двумя язычко-



Фиг. 2.



Фиг. 3.

образными и нѣсколько мясистыми сѣменодолями слѣдуютъ два листа съ зубчатымъ краемъ и ясными жилками, но листья простые, а не сложные. Подымаясь выше по стеблю, встрѣчаемъ уже листья, состоящіе изъ трехъ листочковъ, еще выше— ихъ уже пять и, наконецъ, семь и девять, то-есть начинаются такіе листья, изъ какихъ состоитъ вся листва взрослого дерева. Переходъ отъ сѣменодоли къ настоящему листу совершился постепенно, ихъ связываетъ цѣлый рядъ промежуточныхъ формъ. Невольно выносишь впечатлѣніе, что одинъ изъ

этихъ органовъ образовался изъ другого, и вотъ тѣ промежуточные ступени, чрезъ которыя онъ долженъ былъ пройти.

Обратимся теперь къ почкѣ дерева, напримѣръ, клена или конскаго каштана, или кустарника, напримѣръ, смородины. Снаружи мы встрѣчаемъ своеобразные органы: чешуйки темно-бурыя, сухощавыя, кожистыя, иногда липкія, смолистыя; но если мы растреплемъ почку или дадимъ ей распуститься и затѣмъ, обрывая одну за другою ея части, расположимъ ихъ въ рядъ, то замѣтимъ слѣдующее: кнаружи ле-
 жить нѣсколько настоящихъ чешуекъ, окрашенныхъ въ темный цвѣтъ, короткихъ, тупыхъ, почти округлой формы (фиг. 4).



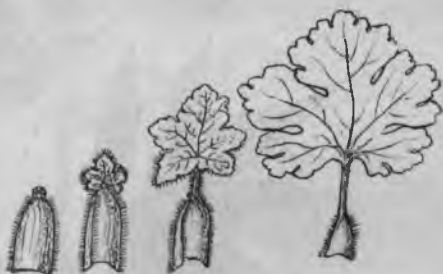
Фиг. 4.

Затѣмъ эта форма будетъ все болѣе и болѣе удлиняться и окраска переходить въ зеленую; на верхушкѣ одной изъ такихъ чешуекъ замѣтимъ неясный, скомканный бугорокъ; далѣе этотъ бугорокъ увеличивается въ размѣрахъ и расправляется. Бугорокъ этотъ—настоящій, немного сморщенный листочекъ;

чѣмъ далѣе внутрь почки, тѣмъ яснѣе этотъ органъ превращается въ ту часть листа, которую мы называемъ *пластиной*, а расширенная часть первыхъ чешуекъ, суживаясь и вытягиваясь въ длину, принимаетъ настоящую стебельчатую форму листового *черешка* (фиг. 4 конскій каштанъ и 5 смородина). Мы встрѣчаемъ, слѣдовательно, то же явленіе, которое видѣли у молодого растенія ясеня: какъ тамъ сѣменодоля, такъ здѣсь чешуйка рядомъ нечувствительныхъ, промежуточныхъ формъ переходитъ въ листъ. И вновь закрадывается сомнѣніе: да не

одинъ ли это и тотъ же органъ, только видоизмѣнившійся сообразно своему спеціальному назначенію?

Начавъ съ сѣмени или съ почки, мы добрались до настоящаго листа,—такого, изъ какихъ состоитъ вся зеленая листва растений. Произведя такой листъ, растение словно выбивается на торную дорогу и подъ своею растущею вершиной производитъ листъ за листомъ какъ бы по одному образцу, какъ бы отливая въ одну форму. Но не одни только листья приносятъ растение: достигнувъ извѣстнаго возраста, оно производитъ и другіе органы—цвѣты и плоды. Обыкновенно этотъ переходъ отъ листьевъ къ совершенно отличнымъ отъ нихъ по виду органамъ цвѣтка совершается внезапно; но существуютъ нерѣдкіе случаи, гдѣ появленіе цвѣтка заранѣе предчувствуется по тѣмъ измѣненіямъ, которыя обнаруживаются въ верхнихъ листьяхъ. Обратимся къ одному общеизвѣстному растенію—къ обыкновенному садовому піону.



Фиг. 5.

Всѣмъ знакомъ его листъ (фиг. 6). Но, отправляясь отъ такого листа вверхъ по стеблю, по направленію къ цвѣтку, мы замѣтимъ, что съ каждымъ новымъ листомъ эта форма все болѣе и болѣе измѣняется и дѣлается, наконецъ, совсѣмъ неузнаваемою. Первоначально весь листъ состоялъ изъ одиннадцати или девяти листочковъ, расположенныхъ по-трое; здѣсь ихъ уже только три, а въ промежуткѣ между этими двумя листьями мы нашли бы и такіе, у которыхъ было бы семь и пять листочковъ. Наконецъ, весь листъ состоитъ изъ одного листочка (фиг. 7, рис. лѣвый). Какъ видите, явленіе совершенно обратное тому, которое мы наблюдали у ясеня. Тамъ форма листа усложнялась, здѣсь она упрощается, проходя обратно по тѣмъ же ступенямъ. Этотъ простой листочекъ пока еще совершенно схожъ съ верхушечною долей цѣлаго листа; но вотъ и онъ начинаетъ измѣняться; его короткій черешокъ расширяется въ плоскую кожистую чешуйку, а плас-

тинка постоянно уменьшается, уменьшается—вотъ она приняла форму небольшого зеленого язычка на верхушкѣ этой кожистой чешуйки (фиг. 7), вотъ она уже появляется въ видѣ небольшого шильца или щетинки въ верхушечной выемкѣ чешуйки, вотъ она вовсе исчезла (фиг. 8). Предъ нами осталась чешуйка пленчатая, желтовато-зеленая, съ красноватымъ краемъ. Нашъ



Фиг. 6.

листъ превратился, такъ сказать, на нашихъ глазахъ, его пластинка исчезла, а изъ черешка образовался органъ, сходный и по происхожденію, и по назначенію съ чешуйкою, разсмотрѣнною нами въ почкѣ каштана. Какъ тотъ, такъ и другой представляютъ намъ пластинчато-развитый черешокъ. Какъ тотъ охраняетъ въ почкѣ молодые листья, такъ этотъ охраняетъ внутреннія нѣжныя части цвѣтка. Этотъ органъ называется *чашелистикомъ*, а весь кругъ такихъ листочковъ—ча-

печкой. Итакъ, чашелистикъ—не что иное, какъ измѣненный листъ. Во многихъ случаяхъ это бросается само собою въ глаза,—стоитъ вспомнить чашелистикъ розы, сохранившій листовую пластинку,—но у рѣдкаго растенія мы въ состояніи прослѣдить такой постепенный переходъ, какъ у піона.

За чашелистикомъ въ цвѣткѣ слѣдуетъ рядъ листочковъ, то бѣлыхъ, то ярко покрашенныхъ, съ нѣжною атласною или бархатною поверхностью, которой такъ тщетно стараются подражать въ искусственныхъ цвѣтахъ: это — *лепестки*, а всѣ вмѣстѣ *вѣнчикъ*. Кажется, здѣсь мы встрѣчаемъ рѣзкій скачокъ: между лепесткомъ и чашелистикомъ розъ нѣтъ никакого сходства. Но оставимъ

Фиг. 7.



Фиг. 8.

въ сторонѣ розу и перейдемъ къ другимъ цвѣтамъ. Уже у піона связь между чашелистикомъ и лепесткомъ видна въ красной оторочкѣ чашелистика и въ верхушечной выемкѣ лепестка (фиг. 8), напоминающей такую же выемку чашелистика (фиг. 7 вправо), но у камеліи, напримѣръ, мы находимся въ полномъ недоумѣніи, гдѣ кончается чашелистикъ, гдѣ начинается лепестокъ: такъ постепененъ и нечувствителенъ переходъ отъ жесткаго зеленого чашелистика къ нѣжному бѣлому или алому лепестку. Итакъ, лепестокъ—не что

иное, какъ превратившійся чашелистикъ, который въ свою очередь есть видоизмѣненный листъ, слѣдовательно и лепестокъ не что иное, какъ листъ.

Заглянемъ теперь во внутренность цвѣтка. Выберемъ для этого сначала какой-нибудь покрупнѣе, напримѣръ, лилію. Изъ середины цвѣтка выставляются нѣсколько органовъ, состоящихъ изъ тонкаго стебелька или ножки, на верхушкѣ которой сидятъ поперекъ два продолговатыхъ желтыхъ мѣшечка, лопнувшіе продольною трещиной. Изъ трещины выступаетъ разсыпчатая оранжевая пыль. Эти органы называются *тычин-*



Фиг. 9.

ками; мѣшечки, заключающіе пыль, такъ и называются *пыльниками*, а несущая ихъ ножка—*нитью*. Казалось бы, между тычинкой и лепесткомъ уже нѣтъ ничего общаго. Но не будемъ поспѣшны и поищемъ опять подходящий примѣръ. Всякому, конечно, знакома, столь обыкновенная въ нашихъ рѣкахъ и прудахъ, водяная кувшинка, съ ея большими, почти круглыми, плавающими на поверхности воды листьями и крупными бѣлыми цвѣтами. Растреплемъ одинъ такой бѣлый цвѣтокъ и расположимъ его органы, какъ это мы сдѣлали съ почкой каштана, начиная съ крайнихъ, то-есть наружныхъ, бѣлыхъ лепестковъ и кончая лежащимъ ближе къ срединѣ цвѣтка органомъ съ жел-

тыми пыльными мѣшечками и нѣсколько расширенною плоскою пилью,—органомъ, въ которомъ мы узнаемъ тычинку (фиг. 9). Какъ видите, и здѣсь мы замѣчаемъ совершенно нечувствительный переходъ: вотъ настоящій бѣлый лепестокъ, вотъ на вершинѣ его появились два желтыхъ пятнышка, они растутъ, а основаніе лепестка, между тѣмъ суживается; вотъ ясно обозначились уже два продолговатые мѣшечка, а основаніе лепестка превратилось въ узкую полосу, и вотъ, наконецъ, настоящая тычинка, пыльники которой разсѣкаются долевою щелью и высыпаютъ пыльцу. Лепестокъ перешелъ въ тычинку. Доказательствомъ возможности такого превращенія служить фактъ обратнаго превращенія тычинки въ лепестокъ, которымъ пользуются въ садоводствѣ. Такіе цвѣты съ тычинками, превратившись въ лепестки, называются *махровыми* *). Такъ, наприм., обыкновенный піонъ имѣетъ пять лепестковъ и много тычинокъ; у махроваго же много лепестковъ и соотвѣтственно менѣе тычинокъ, и если присмотрѣться ближе, то убѣдимся, что внутренніе лепестки представляютъ переходъ къ тычинкамъ: на краю ярко-краснаго, нѣсколько сморщенного листочка сидятъ болѣе или менѣе развитые желтые пыльники. Въ прототипѣ нашей розы, въ шиповникѣ, мы видимъ только пять лепестковъ и множество тычинокъ; въ розѣ часть этихъ тычинокъ превращена въ лепестки, потому ихъ гораздо болѣе пяти. Явленія махровости любопытны еще въ томъ отношеніи, что они могутъ быть отчасти вызваны искусственно. Точно такъ же искусственно можно вызывать превращеніе кроющихъ чешуекъ листовыхъ почекъ въ настоящіе листья. Значитъ, не только путемъ наблюденія, но и путемъ опыта, всегда болѣе убѣдительнымъ, мы приходимъ къ заключенію, что одинъ листовой органъ можетъ превращаться въ другой.

Продолжая нашъ путь, проникаемъ теперь въ самую глубь цвѣтка. За тычинками мы встрѣчаемъ послѣдній органъ цвѣтка,—послѣдній потому, что онъ занимаетъ его средину и тѣмъ завершаетъ его ростъ, а слѣдовательно и ростъ той части сте-

*) Въ дѣйствительности, въ природѣ, части цвѣтка, вѣроятно, образовались какъ и въ нашихъ махровыхъ цвѣтахъ, т.-е. лепестки произошли изъ тычинокъ, а не тычинки изъ лепестковъ.

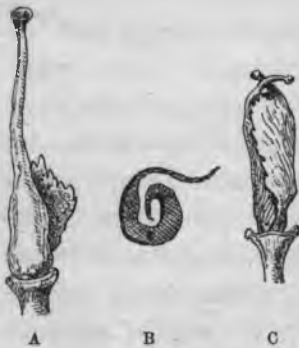
бля, которая оканчивается этимъ цвѣткомъ. Этотъ органъ называется *пестикомъ*, или *плодникомъ*. Пестикомъ потому, что иногда (какъ, на примѣръ, у вишни) (фиг. 10) онъ своею формою, со вздутымъ, округлымъ основанiемъ (*завязью*), вытяну-



Фиг. 10.

тою шейкой (*столбикомъ*) и закругленною верхушкой (*рыльцемъ*) напоминаетъ пестъ. Плодникомъ же называется онъ потому, что это—та часть цвѣтка, которая превращается въ плодъ. Такихъ плодниковъ въ цвѣткѣ бы-

ваетъ одинъ, бываетъ и нѣсколько. Нижняя его часть, завязь, внутри полая, такъ что весь органъ въ настоящемъ примѣрѣ скорѣе всего напоминаетъ бутылочку. Въ полости заключается одно или нѣсколько, или даже очень много округлыхъ бѣловатыхъ тѣлъ—*яичекъ*. Вновь съ недоумѣнiемъ встрѣчаемъ мы



Фиг. 11.

этотъ органъ; на этотъ разъ, кажется, нѣтъ и тѣни сходства съ листомъ, и вновь удачный выборъ примѣровъ убѣдитъ насъ, что и онъ образовался изъ одного или нѣсколькихъ листочковъ. Нѣкоторые ненормальные, уродливые, цвѣты, къ которымъ мы должны отнести и махровые, дадутъ намъ къ тому ключъ. Такъ, на примѣръ, въ махровыхъ цвѣтахъ той же вишни или черешни нерѣдко плодникъ изъ бутылчатого органа превращается въ

настоящiе листочки, одинъ или два (фиг. 11)*. Во многихъ случаяхъ нѣтъ даже надобности прибѣгать къ уродливымъ растенiямъ для того, чтобы усмотрѣть этотъ листовой харак-

*) А.—пестикъ, отчасти превратившiйся въ листъ; В.—тотъ же пестикъ въ поперечномъ разрѣзѣ; С.—пестикъ, превратившiйся въ два листочка.

терь плодника и происходящаго отъ него плода. Стоитъ, на-
примѣръ, взглянуть на плодъ бобовыхъ растений, напимѣръ,
гороха (стручекъ въ обыкновенной рѣчи, бобъ по терминологіи
ботаниковъ), или, еще лучше, на плодъ піона, чтобы убѣ-
диться, что это не что иное, какъ листъ, края котораго за-
пахнулись и срослись продольнымъ швомъ, образуя полый
внутри органъ. Въ другихъ случаяхъ зрѣлый плодъ при ра-
стрескиваніи ясно обнаруживаетъ, что онъ, а слѣдовательно
и плодникъ, изъ котораго онъ образовался, состоитъ изъ нѣ-
сколькихъ листочковъ, сросшихся своими краями. Итакъ, плод-
никъ произошелъ изъ одного или нѣсколькихъ видоизмѣнен-
ныхъ листочковъ; ботаники такъ и называютъ ихъ *плодомистиками*. Но не во всѣхъ ненормальныхъ цвѣтахъ плодникъ пре-
вращается въ настоящіе листочки, какъ мы это видимъ у виш-
ни. Въ другихъ случаяхъ онъ превращается въ органы, ближе
къ нему стоящіе,—въ тычинки и лепестки. Въ цвѣткѣ ивъ можно
иногда прослѣдить переходы между пестикомъ и тычинкой.
Въ середкѣ махровыхъ піоновъ можно иногда найти ярко-
красные лепестки, на краю которыхъ сидятъ бѣлыя блестя-
щія яички: это, очевидно, плодникъ, превратившійся въ лепе-
стокъ, но сохранившій свои яички. Значитъ, пестикъ можетъ
превращаться обратно во всѣ предшествовавшіе ему органы:
тычинки, лепестки и настоящіе зеленые листочки. Не указы-
ваетъ ли это прямо, что всѣ эти органы одинаковаго проис-
хожденія?

Въ нашемъ анализѣ растенія мы дошли до самаго верху-
шечнаго органа—плодника; далѣе идти уже некуда,—остается
только углубиться вовнутрь плодника, въ полость его завязи.
Какъ уже сказано, мы тамъ встрѣтимъ яички. Что же такое
эти яички? И на этотъ разъ, какъ и прежде, отвѣтъ дадутъ
намъ нѣкоторые уродливые, уклонные цвѣты. Въ такихъ цвѣ-
тахъ, въ которыхъ плодники превратились въ зеленые листоч-
ки, на краяхъ этихъ листочковъ, тамъ, гдѣ должны были си-
дѣть яички, мы замѣчаемъ маленькіе зеленые листочки или цѣ-
лыя листовыя почки. Значитъ и яички, и ихъ части не что
иное, какъ листочки или части листочковъ.

Такимъ образомъ мы приходимъ къ тому общему выводу,

что всё части цвѣтка—только видоизмѣнившіеся листочки, весь цвѣтокъ—не что иное, какъ превратившаяся листовая почка. Справедливость этого воззрѣнія подкрѣпляется нерѣдкими случаями цвѣтовъ, изъ середины которыхъ выходитъ зеленая, покрытая листьями, вѣточка. Бывали даже случаи, что такіа вѣточки выростали изъ полости завязи; ихъ даже отрѣзывали, сажали въ почву и онѣ принимались.

Но какая же будетъ дальнѣйшая судьба яичка,—не уродливого, превратившагося въ зеленый листочекъ, а настоящаго, нормальнаго? Когда растеніе отцвѣтетъ, когда облетятъ его лепестки, завянутъ тычинки, а плодникъ превратится въ плодъ, тогда яички превратятся въ сѣмена, то-есть въ зачатки новыхъ растеній. Здѣсь, очевидно, оканчивается нашъ обзоръ внѣшнихъ частей растенія. Я развернулъ предъ вами полную картину внѣшнихъ проявленій жизни растенія *). Начавъ съ сѣмени, мы вернулись опять къ сѣмени же и такимъ образомъ завершили полный циклъ растительной жизни. За этимъ цикломъ начнется второй подобный же и такъ далѣе, въ безконечной смѣнѣ поколѣній. Этотъ скучный, но необходимый для дальнѣйшаго изложенія перечень органовъ я старался нѣсколько скрасить, ожививъ, связавъ его одною руководящею идеей,—идеей превращенія или *метаморфоза* органовъ. Этою идеей наука обязана главнымъ образомъ поэту-ученому Гёте. Рассматриваемая съ этой точки зрѣнія растительная жизнь представляется какою-то фантазмагоріей, какимъ-то рядомъ смѣняющихся и переходящихъ одна въ другую туманныхъ картинъ. Только что предъ вами сложится опредѣленный образъ извѣстнаго органа, какъ уже онъ становится неяснымъ, неузнаваемымъ, получается что-то неопредѣленное и затѣмъ мало-по-малу вновь выясняется, но уже другая форма, другой органъ, и такъ далѣе и далѣе: одинъ смѣняется другимъ, одинъ не-

*) На лекціи, въ буквальный смыслъ, развертывалась превосходная (въ нѣсколько сажень длиною) картина, принадлежавшая кисти нашего столь извѣстнаго писателя В. Г. Короленко, въ то время еще бывшаго студентомъ Петровской академіи. Къ сожалѣнію, эта прекрасная картина погибла вмѣстѣ со всѣми коллекціями ботаническаго кабинета академіи во время пожара въ 1880 году.

чувствительно переходить въ другой, пока не завершится полный кругъ развитія, пока не получится первоначальный исходный органъ. До сихъ поръ мы имѣли въ виду только листовые органы, но, кромѣ нихъ, тѣло растенія представляетъ намъ еще два другихъ органа, зачатки которыхъ мы встрѣчаемъ уже въ сѣмени, именно—несущій листья стебель и корень. Но и эти два органа, съ перваго взгляда столь различные, живущіе въ различныхъ средахъ, въ нѣкоторыхъ, правда рѣдкихъ, случаяхъ способны взаимно превращаться. Въ этихъ случаяхъ стебель, зарываясь въ землю, принимаетъ характеръ корня, корень, выходя на свѣтъ, покрываясь листьями, принимаетъ характеръ стебля. Слѣдовательно, стебель и корень, какъ два приспособленные къ условіямъ существованія видоизмѣненія одного органа—*оси*, и придатокъ этой оси, листъ съ его многочисленными видоизмѣненіями, чешуйками, лепестками, тычинками и проч., вотъ тѣ основные внѣшніе органы, которые производитъ въ теченіе своей жизни совершенное растеніе.

До сихъ поръ, согласно ходячимъ понятіямъ о растеніи, мы допускали, что сѣмя представляетъ начало и конецъ растительной жизни. Но рождается сомнѣніе: въ правѣ ли мы видѣть въ немъ дѣйствительное начало, дѣйствительную исходную точку растительной жизни, или, быть можетъ, мы въ состояніи раздвинуть далѣе ея предѣлы, можемъ выслѣдить ее до болѣе простѣйшаго начала? Въ самомъ дѣлѣ, описанное нами сѣмя—еще очень сложное тѣло, въ его зародышѣ мы застаемъ уже цѣлое зачаточное растеньице, со всѣми почти его частями.

Для того, чтобы найти это простѣйшее начало растительнаго организма, мы должны обратиться къ растеніямъ, уклоняющимся отъ обыкновеннаго представленія о растеніи, — отъ того типическаго растенія, снабженнаго сѣменами и цвѣтами, съ которымъ мы только что успѣли познакомиться.

Если, при небольшомъ усилии воображенія, вы отрѣшитесь на минуту отъ настоящаго и перенесетесь мысленно въ одну изъ живописныхъ окрестностей Москвы, напримѣръ, въ Кунцево, и постараетесь вызвать въ своей памяти тѣ впечатлѣ-

нія, которыя мы испытывали, спускаясь по тропинкѣ въ кунцевскій оврагъ, то, конечно, вспомните, что по мѣрѣ того, какъ вы погружались въ его зеленую заросль, по мѣрѣ того, какъ васъ охватывала его сырая, пропитанная испареніями атмосфера, вашимъ глазамъ представлялась совершенно своеобразная растительность. На каждомъ шагу, со дна оврага или съ его обрывовъ, словно пучки зеленыхъ страусовыхъ перьевъ или воткнутыя въ землю маковки пальмъ, торчатъ узорчатые,



Фиг. 12.

раскидистые папоротники (фиг. 12), а еще ниже, по топкому берегу и въ самой водѣ ручья или болотистой лужи, сплошною щеткой столпились елочки хвоща съ кое-гдѣ уцѣлѣвшими на ихъ верхушкахъ черными головками (фиг. 13). Чѣмъ-то чуждымъ, необычнымъ каждый разъ пахнетъ отъ этой картины; невольно чувствуешь, что эта растительная обстановка совсѣмъ не та, которую оставилъ наверху оврага. И это безотчетное впечатлѣніе не обманываетъ насъ; этотъ міръ папоротниковъ и хвощей, дѣйствительно, совершенно своеобразный

міръ, или, вѣрнѣе, осколокъ растительнаго міра, покрывавшаго нашу планету въ давно минувшія геологическія эпохи. Эти папоротники, хвощи и сродные съ ними и также очень обыкновенные въ нашихъ лѣсахъ плауны, т.-е. тѣ стелющіяся, сухощавыя, моховидныя растенія съ приподнимающимися мѣстами желтоватыми колосками (фиг. 14), которыми иногда украшаютъ окна при вставкѣ зимнихъ рамъ, — всѣ эти растенія или, вѣрнѣе, сродныя съ ними формы были преобладающею растительностью на нашей планетѣ въ то время, когда образовался каменный уголь. Этотъ уголь содержитъ ихъ остатки, цѣлые стволы, отпечатки листьевъ, плода; по этимъ остаткамъ, при помощи нѣкоторой доли фантазіи, можно было воспроизвести виды прежней растительности на землѣ, ландшафты, которыхъ не видалъ ни одинъ человѣческій глазъ. Лѣса той отдаленной эпохи заключали



Фиг. 13.

древовидные папоротники, уцѣлѣвшіе теперь только въ нѣкоторыхъ влажныхъ тропическихъ странахъ и разводимые въ нашихъ оранжереяхъ. Нашъ приземистый, стелющійся по землѣ плаунъ былъ представленъ громадными *чешуедревами* (лепидодендрами), а нашъ тощій, мелкорослый хвощъ, только кое-

гдѣ въ Южной Америкѣ еще достигающій высоты нѣсколькихъ десятковъ футовъ, былъ представленъ такими же древесными *каламитами, эквизетитами* и др.

Я только что нѣсколько разъ употребилъ выраженіе, которое нуждается въ объясненіи и нечувствительно вернетъ насъ къ нашему вопросу. Я сказалъ, что плауны сродни папорот-



Фиг. 14.

никамъ и хвощамъ, и что теперь живущія формы всѣхъ этихъ растений — сродни ископаемымъ. Въ чемъ же заключается это сродство, и чѣмъ всѣ эти папоротники, плауны и хвощи отличаются отъ остальныхъ лиственныхъ и хвойныхъ растений?

Нѣкоторыя особенности въ жизни папоротниковъ уже давно обратили на себя вниманіе даже людей неученыхъ; всѣмъ извѣстны поэтическія повѣрья о цвѣтеніи папоротниковъ въ ночь подъ Ивановъ день. Въ основѣ этого повѣрья лежитъ наблюденный фактъ, что папоротникъ никогда не цвѣтетъ,

что у него нѣтъ цвѣтовъ, какъ у другихъ растений. То же справедливо относительно хвощей и плауновъ; всѣ эти растенія такъ и называются *безцвѣтковыми*. Но если у нихъ нѣтъ цвѣтовъ, то у нихъ не можетъ быть и сѣмянъ, которые образуются изъ яичекъ въ цвѣткѣ. Чѣмъ же они размножаются? Если мы обратимъ вниманіе на изнанку листьевъ папоротника, на черныя шишечки хвоща, на желтые колоски плауна, то замѣтимъ, что

всѣ они ко времени зрѣлости представляют слѣдующее общее явленіе. Стоить ихъ встряхнуть надъ рукой или листомъ бѣлой бумаги, и мы получимъ тончайшую буроватую или желтую пыль. Эта пыль состоитъ изъ очень мелкихъ тѣлецъ, видимыхъ только въ микроскопъ; они такъ малы, что на одномъ вершкѣ ихъ помѣстилось бы въ рядѣ около тысячи пятисотъ. Каждая такая пылинка можетъ дать начало новому растенію. Вотъ, такъ называемое, плаунное сѣмя, то-есть желтый, нѣжный на ощупь порошокъ, высыпавшійся изъ колосковъ плауна (фиг. 14) и которымъ въ аптекахъ пересыпаютъ пилюли. Я бросаю горсть этого порошка на пламя свѣчи; облачко пыли разсѣкается молніеобразными вспышками; въ былое время этимъ пользовались для изображенія молніи на театрѣ. Въ этой вспышкѣ погибли въ зачаткѣ миллионы будущихъ растеній. Эти микроскопическія тѣла ботаники называютъ *спорами*, а всѣ растенія, ими размножающіяся и лишенные цвѣтовъ и сѣмянъ,—*споровыми*. Сюда относятся, кромѣ перечисленныхъ растеній, еще *мхи*, *водоросли*, въ обыкновенной жизни называемыя тиной, и *грибы*, какъ тѣ, которые мы называемъ этимъ именемъ, такъ и тѣ, которые мы обыкновенно называемъ плѣсенью.

Итакъ, мы видимъ, что споровое растеніе, будетъ ли то микроскопическая плѣсень или древесный папоротникъ, обязано своимъ происхожденіемъ невидимой нылинкѣ—спорѣ. Что же такое эта спора? Не будетъ ли это искомое простѣйшее форменное начало растенія, котораго мы не могли признать въ сѣмени?

Дѣйствительно, микроскопическое изслѣдованіе показываетъ, что спора состоитъ изъ пузырька съ твердою оболочкой, заключающею внутри жидкія и полужидкія вещества. Это—такъ называемая *кѣлочка*. Въ кѣлочкѣ мы должны видѣть простѣйшее исходное начало всякаго организма; ее мы уже не въ состояніи раздѣлить на части, способныя къ самостоятельному существованію; это дѣйствительный предѣлъ, далѣе котораго не идетъ нашъ морфологическій анализъ, это—органическая единица. Здѣсь самъ собою рождается вопросъ: не можемъ ли мы прослѣдить и начало образованія сѣмени до той

поры, когда оно еще состояло изъ одной клѣточки; вѣдь не возникло же оно разомъ со своимъ корешкомъ, стебелькомъ и сѣменодолями? Въ одной изъ послѣдующихъ бесѣдъ мы дѣйствительно будемъ имѣть случай убѣдиться, что и всякое сѣменное растеніе зачинается одною клѣточкой; эту клѣточку мы найдемъ въ яичкѣ, когда ближе ознакомимся съ его строеніемъ. Слѣдовательно, всякое растеніе, споровое или сѣменное, начинается одною клѣточкой; различіе состоитъ только въ томъ, что у первыхъ эта клѣточка отдѣляется отъ произведшаго ее растенія, у послѣднихъ она развивается, разрастается въ сложный органъ, въ сѣмя, и только въ такомъ видѣ отдѣляется отъ материнскаго растенія. Все живое, будетъ ли то простѣйшее растеніе или человѣкъ, начинается одною клѣточкой. Нѣкоторыя микроскопическія, а иногда и не микроскопическія растенія сохраняютъ это одноклѣточное строеніе въ теченіе всей жизни, другія же, развиваясь, усложняются въ своемъ строеніи, образуя изъ одной клѣточки двѣ, нѣсколько, безчисленное множество.

Всякое растеніе, слѣдовательно, не только образуется изъ клѣточки, но и во всѣхъ своихъ частяхъ состоитъ изъ клѣточекъ; клѣточка—это кирпичъ, изъ котораго выведено зданіе растенія.

Убѣдиться въ этомъ можно иногда прямо, безъ хлопотъ, въ другихъ же случаяхъ—при помощи очень несложныхъ пріемовъ. Присмотритесь напр., къ тонкому ломтю спѣлаго арбуза, и вы увидите, что онъ состоитъ изъ очень рыхло связанныхъ между собою пузырьковъ, напоминающихъ икринки или бисеръ. Это—клѣточки, которыя въ мякоти зрѣлыхъ плодовъ обыкновенно теряютъ взаимную связь, становятся свободными. Въ другихъ случаяхъ эта связь не нарушается сама собою, ее можно уничтожить при помощи извѣстныхъ средствъ. Напримѣръ, ломтики сырого картофеля представляетъ намъ сплошное тѣло, въ которомъ безъ помощи микроскопа трудно усмотрѣть какое-нибудь строеніе, но присмотритесь къ разваренному рассыпчатому картофелю и вы ясно, не вооруженнымъ глазомъ, увидите, что онъ состоитъ изъ отдѣльныхъ клѣточекъ. Кипящая вода или паръ, при варкѣ, уничтожили связь между клѣ-

точками, и онѣ сдѣлались свободными. Нѣсколько труднѣе бываетъ произвести это разъединеніе клѣточекъ въ болѣе плотныхъ органахъ. Но нѣтъ такого твердаго органа, съ которымъ бы нельзя было этого достигнуть, хотя бы то былъ кусокъ дерева или косточка вишни, или вотъ это сѣмя одной пальмы (*Phytelphas macrocarpa*) до того твердое, что оно по внѣшнему виду совершенно напоминаетъ слоновую кость, такъ что токари употребляютъ его на разныя подѣлки вмѣсто послѣдней. Для разрушенія связи между клѣточками подобныхъ плотныхъ тѣлъ необходимо уже прибѣгать къ дѣйствію нѣкоторыхъ химическихъ веществъ.

Для того, чтобы убѣдиться, что растительное вещество состоитъ изъ клѣточекъ, нѣтъ даже надобности ихъ разъединять: вырѣзая бритвой очень тонкіе и совершенно прозрачныя ломтики изъ любой части растенія, мы, при помощи микроскопа, можемъ убѣдиться, что они состоятъ изъ соединенныхъ между собою, сплоченныхъ клѣточекъ, такъ называемой *клеточной ткани*.

Послѣ всего сказаннаго понятно, что безъ знакомства съ клѣточкой невозможно понять строеніе и жизнь растительныхъ органовъ, которые образованы ихъ сочетаніемъ. Подобно тому, какъ въ химіи мы начинаемъ изученіе веществъ съ простыхъ тѣлъ, элементовъ, и затѣмъ переходимъ къ ихъ соединеніямъ, такъ и въ настоящемъ случаѣ изученіе растительныхъ органовъ должно начинать съ ихъ *элементарнаго органа*—клѣтки.

Тѣхъ фактовъ, съ которыми мы успѣли ознакомиться, уже достаточно для того, чтобы дать намъ возможность набросать общій планъ предстоящихъ бесѣдъ. Растеніе въ теченіе своей жизни производитъ цѣлый рядъ органовъ, одинъ внѣшній видъ которыхъ и положеніе относительно окружающей среды прямо указываютъ, что они должны служить весьма различнымъ цѣлямъ, исполнять весьма различныя отправленія. Очевидно, что значеніе корня, зарывающагося въ землю, не то же, что зеленого листа, устремляющагося на воздухъ, къ свѣту; значеніе сѣменодоли не то же, что лепестка; значеніе тычинки, съ ея

свободно разлетающеюся по воздуху пыльцею, не то же, что личка, схоронившагося въ глубинѣ завязи. Физиологъ прежде всего долженъ найти значеніе каждаго органа—его отправленіе. На первыхъ порахъ ему, слѣдовательно, представляется двоякая задача: «данъ органъ—найти его отправленіе; дано отправленіе—найти органъ». И прежде всего, разумѣется, ему нужно ознакомиться съ отправленіемъ элементарнаго органа—клеточки, въ ея общихъ и частныхъ проявленіяхъ. Но затѣмъ, когда ему станетъ ясно значеніе различныхъ органовъ, когда онъ убѣдится, въ какомъ совершенствѣ они исполняютъ свою работу и приспособлены къ своей средѣ, когда онъ узнаетъ, какъ необходимо и гармонично ихъ взаимное дѣйствіе, имѣющее результатомъ общую жизнь организма, тогда онъ начинаетъ смутно сознавать, что его задача не окончена, что изъ-за всѣхъ этихъ частныхъ вопросовъ выдвигается впередъ одинъ самый общій, вопросъ изъ вопросовъ. Всѣ эти изумительные органы, наконецъ, самые организмы—какъ сложились они, какъ достигли той степени совершенства, которая насъ поражаетъ при изученіи живой природы?

Включая этотъ общій вопросъ въ число тѣхъ, къ разрѣшенію которыхъ долженъ стремиться физиологъ, мы тѣмъ самымъ указываемъ, что становимся на сторону тѣхъ испытателей природы, которые считаютъ его постановку возможною и умѣстною. Извѣстно, что въ настоящее время въ области естествознанія выступаютъ двѣ школы, борются два лагеря. Крайніе представители первой школы готовы видѣть въ живой природѣ только собраніе, какой-то музей живыхъ существъ, не измѣняющихся, вылитыхъ въ опредѣленные, неподвижныя формы; задача натуралиста, по ихъ мнѣнію, сводится къ тому, чтобы сдѣлать общую перепись этихъ формамъ, налѣпить на каждую соответствующій ярлыкъ и поставить на соответствующее мѣсто въ коллекціи. Для представителей второй—вся органическая природа, разсматриваемая какъ цѣлое, измѣняется, превращается: органическій міръ сегодня не таковъ, какимъ былъ вчера, и завтра будемъ инымъ, чѣмъ былъ сегодня. Существа, теперь населяющія землю, произошли отъ прежде ее населявшихъ путемъ постепеннаго измѣненія и, притомъ болѣе со-

вершенныя отъ менѣе совершенныхъ. Эта школа имѣетъ во главѣ Дарвина, который свелъ въ одно стройное цѣлое накопившуюся массу свидѣтельствъ и далъ строго-опредѣленное направленіе ей, до той поры, неяснымъ стремленіямъ. Понятно, что для защитниковъ перваго воззрѣнія не можетъ и существовать вопроса, какъ сложились и усовершенствовались органы и вообще организмы. Для нихъ они никогда не слагались, никогда не совершенствовались, они возникли вполнѣ законченными,—были созданы въ той совершенной формѣ, въ которой мы ихъ застаемъ теперь. Только для тѣхъ, кто убѣжденъ, что органическія существа по природѣ измѣнчивы, что они произошли одни изъ другихъ, усложняясь или упрощаясь, но постоянно совершенствуясь,—только для тѣхъ и можетъ существовать вопросъ: какъ возникли органическія формы и почему онѣ такъ приспособлены къ своему отправленію и средѣ? Какіе отвѣты на эти вопросы можетъ дать наука при настоящемъ ея состояніи, я постараюсь разсмотрѣть въ заключительной бесѣдѣ, но не желалъ бы упустить удобнаго случая если не окончательно убѣдить въ превосходствѣ новаго ученія, то по крайней мѣрѣ показать, какъ при помощи его освѣщаются факты, остающіеся иначе необъяснимыми.

Подобравъ и сопоставивъ разительные примѣры, я пытался представить всю жизнь растенія съ точки зрѣнія ученія о метаморфозѣ. Остановимся на нѣкоторыхъ изъ указанныхъ фактовъ. Если растенія были созданы въ окончательныхъ, совершенныхъ формахъ, то какой смыслъ придадимъ мы всѣмъ этимъ переходнымъ органамъ, этимъ лепесткамъ—не лепесткамъ, тычинкамъ—не тычинкамъ (у кувшинки), этимъ придаткамъ или хвостикамъ на верхушкѣ чашелистиковъ піона? Сами по себѣ эти переходные органы совершенно бесполезны, какъ не соотвѣтствующіе ни отправленію того органа, изъ котораго произошли, ни того, въ который превращаются (потому-то они и уцѣлѣли только въ рѣдкихъ, исключительныхъ случаяхъ). Съ точки зрѣнія отдѣльныхъ актовъ творенія они рѣшительно необъяснимы. Но они получаютъ вполнѣ опредѣленный смыслъ, какъ только мы допустимъ другое толкованіе, какъ только мы примемъ, что всѣ безчисленныя растительныя формы не были

созданы отдѣльно и окончательно, а развились, съ теченіемъ времени, однѣ изъ другихъ, усложняясь и упрощаясь, но всегда совершенствуясь, то-есть приспособляясь къ условіямъ своего существованія. Тогда въ этихъ переходныхъ формахъ мы увидимъ дѣйствительныя ступени развитія, постепенные шаги на пути къ совершенству, къ выработкѣ потребнаго для растенія органа. Тогда только идея метаморфоза, допускаемая и защитниками противнаго воззрѣнія, но съ ихъ точки зрѣнія темная, метафизическая, получаетъ вполне опредѣленный, реальный смыслъ. Этотъ метаморфозъ есть выраженіе въ пространствѣ того, что совершилось во времени. Эта толстая безцвѣтная сѣменодоль, также какъ этотъ яркій душистый лепестокъ, когда-то произошли изъ зачатка обыкновеннаго листа, исподволь приспособляясь къ своему новому отправленію. А эти промежуточныя, переходныя формы не что иное, какъ уцѣлѣвшія формальныя улики этого перехода. Это—памятники, на основаніи которыхъ мы созидаемъ исторію растительнаго міра, потому-то они и драгоценны для науки. Но въ правѣ ли мы утверждать, что растительный міръ имѣетъ исторію? Геологія отвѣчаетъ на это утвердительно и мы только что видѣли тому примѣръ. Мы видѣли, что наши папоротники, хвощи и плауны—только выродившіеся потомки когда-то могучихъ обладателей земли, захудалые роды, вынужденные теперь, въ глуши лѣсовъ, на днѣ овраговъ, укрываться отъ тѣснящихъ ихъ представителей современнаго растительнаго міра. Значитъ, земля была прежде населена другими растеніями, и эти растенія принадлежали къ болѣе простымъ, споровымъ, теперь уступающимъ мѣсто болѣе совершеннымъ, сѣменнымъ растеніямъ. Слѣдовательно, съ одной стороны, фактъ метаморфоза и, какъ мы увидимъ позже, еще многіе сходные съ нимъ факты, съ другой стороны, геологическая лѣтопись—свидѣтельствуютъ, что растительный міръ имѣетъ исторію, и что, слѣдовательно, нашъ вопросъ о происхожденіи растительныхъ формъ вполне законенъ.

Такимъ образомъ, взорамъ фізіолога представляется все болѣе и болѣе расширяющійся горизонтъ. Изучивъ жизнь отдѣльныхъ органовъ и прежде всего элементарнаго органа, изъ котораго слагаются всѣ остальные, то-есть клѣточки, изучивъ

общую картину взаимодействія органовъ, то-есть совокупную жизнь цѣлаго растенія, онъ стремится понять, насколько это доступно, жизнь всего растительнаго міра, разсматриваемаго какъ цѣлое, и этимъ путемъ пытается пролить свѣтъ на самый широкій и загадочный вопросъ, — вопросъ о происхожденіи растенія и причинѣ его совершенства или, другими словами, вопросъ о гармоніи, о цѣлесообразности органическаго міра.

Но прежде чѣмъ выступить на этотъ постепенно восходящій, синтетическій путь, намъ необходимо проникнуть еще глубже въ нацѣмъ анализъ. Мы разложили растенія на органы, органы—на клѣточки, но до сихъ поръ мы видѣли только внѣшній остовъ этой клѣточки. Намъ необходимо заглянуть въ ея внутренность, въ ту микроскопическую лабораторію, гдѣ вырабатываются всѣ безчисленные вещества, которыя производитъ растеніе, ознакомиться съ этими веществами и разложить ихъ на ихъ составныя, простыя начала. Для этой цѣли на помощь микроскопу, къ нашимъ услугамъ, явятся вѣсы и химическіе реактивы. Это изученіе составитъ предметъ слѣдующей бесѣды.

II.

К л ѣ т о ч к а.

Наиболѣе выдающаяся черта въ жизни растенія заключается въ томъ, что оно *растетъ*; на это указываетъ самое названіе его. Анализируя явленіе роста, убѣждаемся, что оно состоитъ въ размноженіи клѣточекъ. Вникая еще глубже въ сущность этого явленія, убѣждаемся, что оно состоитъ въ появленіи, въ накопленіи вещества тамъ, гдѣ его прежде не было. Мы бросаемъ въ землю жолудь—вырастаетъ дубъ; бросаемъ невидимую пылинку, спору—вырастаетъ древесный папоротникъ. Естественно возникаетъ вопросъ: откуда взялось это вещество? Но этотъ вопросъ, очевидно, уже предполагаетъ въ насъ убѣжденіе, что вещество не можетъ ни образоваться вновь, ни исчезнуть. Этотъ законъ неисчезаемости или сохраненія матеріи дѣйствительно лежитъ въ основѣ всѣхъ нашихъ научныхъ представленій о природѣ. Древніе допускали, что *ex nihilo nil fit*, но они, конечно, затруднились бы доказать это положеніе на опытѣ, если бы имъ пришлось, напримѣръ, доказать, что сгорѣвшее вещество не превратилось въ ничто, или рѣшить, откуда взялось вещество растенія. Только долгимъ, копотливымъ путемъ опыта можно было оправдать законъ сохраненія матеріи въ примѣненіи къ явленіямъ растительной жизни. Долго были убѣждены, да и въ настоящее время люди, незнакомые съ пріобрѣтеніями науки, еще убѣждены, что вещество растенія берется изъ земли. Между тѣмъ, несостоятельность этого взгляда уже доказана на опытѣ почти триста лѣтъ тому назадъ. Ванъ-Гельмонтъ, одинъ изъ предвозвѣстниковъ эры научнаго естествознанія,

одинъ изъ тѣхъ свѣтлыхъ и смѣлыхъ умовъ, которые, несмотря на опутывавшія ихъ сѣти схоластической метафизики, пролагали путь для положительной науки, мистикъ и въ то же время гениальный экспериментаторъ, — Ванъ-Гельмонтъ сдѣлалъ первый точный опытъ, клонившійся къ разрѣшенію вопроса, откуда берется вещество растеній. Опытъ этотъ замѣчательный не только какъ первый точный опытъ въ области физиологии растеній, но и какъ одинъ изъ первыхъ случаевъ примѣненія вѣсовъ къ разрѣшенію химическаго вопроса, такъ какъ извѣстно, что Ванъ-Гельмонту химія обязана первымъ примѣненіемъ инструмента, сдѣлавшаго впослѣдствіи въ рукахъ Лавуазье переворотъ въ этой наукѣ. Опишемъ опытъ собственными словами Ванъ-Гельмонта: «Я насыпалъ, — говоритъ онъ, — въ глиняный сосудъ двѣсти фунтовъ земли, высушенной въ печи, и посадилъ въ нее ивовую вѣтвь, вѣсившую пять фунтовъ. По прошествіи пяти лѣтъ выросшая ива вѣсила сто шестьдесятъ девять фунтовъ и три унціи. Сосудъ поливался, когда оказывалось нужнымъ, всегда дождевою или перегнанной водою. Сосудъ былъ широкъ и зарытъ въ землю, а для того, чтобы предохранить его отъ пыли, я его закрылъ жестянымъ листомъ съ большимъ числомъ отверстій... Я не взвѣшивалъ листьевъ, которые потеряло растеніе въ четыре предшествовавшія осени... Наконецъ, я вновь высушилъ землю и нашелъ, что она вѣсила тѣ же двѣсти фунтовъ безъ двухъ унцій. Значитъ одной воды было достаточно, чтобы образовать сто шестьдесятъ четыре фунта древесины, коры и корней» (*Ortus medicinae*, p. 109). Этотъ опытъ, несомнѣнно, доказывалъ, что въ землѣ, въ почвѣ, нельзя видѣть исключительнаго и даже главнаго источника растительнаго вещества. Ванъ-Гельмонтъ видѣлъ этотъ источникъ въ водѣ, которою онъ поливалъ растеніе, но въ настоящее время мы знаемъ, что въ образованіи растенія участвуютъ не только земля и вода, но и воздухъ. Тѣмъ не менѣе выводъ Ванъ-Гельмонта былъ совершенно вѣренъ для его времени; до него наука не обладала никакими опредѣленными понятіями о третьей, то-есть газообразной, формѣ вещества; ему наука обязана первыми своими свѣдѣніями о газахъ и даже самымъ словомъ *газъ*. Только въ концѣ прошлаго столѣтія, съ разви-

тіемъ такъ называемой пневматической химіи, то-есть химіи газовъ, происхожденіе вещества растенія могло вполнѣ выясниться, и дѣйствительно выяснилось, благодаря изслѣдованіямъ трехъ ученыхъ: Пристлея, Ингенгуза и Сенебье.

Для того, чтобы узнать, какими своими составными частями эта троякая среда—земля, вода и воздухъ—участвуетъ въ образованіи растенія, намъ необходимо узнать составъ самаго растенія. Химія, со временъ Лавуазье, учитъ насъ, что вещество не только не созидается, но даже въ извѣстномъ смыслѣ не измѣняется, что существуетъ извѣстное число такъ называемыхъ простыхъ тѣлъ, или элементовъ, неспособныхъ взаимно превращаться. Слѣдовательно, когда мы находимъ въ растеніи какое-нибудь простое тѣло, мы озираемся кругомъ, мы ищемъ его въ окружающей средѣ, зная, что оно должно было проникнуть изъ нея, а не могло ни создаться въ растеніи, ни образоваться въ немъ изъ другого простого тѣла.

Далеко не всѣ химическіе элементы встрѣчаются въ растеніи, и даже изъ тѣхъ, которые встрѣчаются, мы упомянемъ только о главнѣйшихъ, играющихъ выдающуюся роль, въ жизни растенія. Для того, чтобы получить понятіе о химическомъ составѣ растенія, мы подвергаемъ его дѣйствию высокой температуры. Прежде всего улетитъ вода, и при температурѣ немного выше 100° мы получимъ такъ называемое сухое вещество растенія. Это первый шагъ въ нашемъ анализѣ. Онъ убѣждаетъ насъ, что различныя части растенія содержатъ воду въ весьма различныхъ количествахъ (см. таблицу на стр. 42). Нагрѣвая еще сильнѣе, мы замѣтимъ, что сухое растительное вещество начнетъ бурѣть, чернѣть, обугливаться, наконецъ начнетъ тлѣть и горѣть пламенемъ, и въ результатъ получится небольшая, въ сравненіи со взятымъ веществомъ, кучка совершенно бѣлой золы. Большая часть вещества, слѣдовательно, сгорѣла и улетучилась. Производя это сжиганіе съ извѣстными предосторожностями, улавливая улетающіе газы, мы убѣждаемся, что эта сгорающая часть растительнаго вещества состоитъ изъ четырехъ простыхъ тѣлъ: твердаго *углерода* и трехъ газовъ: *кислорода*, *водорода* и *азота*. Эта горючая составная часть, всегда содержащая углеродъ, что и видно по

ея обугливанію предъ горѣніемъ, называется органическимъ веществомъ растенія. Органическимъ оно называется потому, что изъ него состоятъ всѣ организмы. Прежде даже полагали, что оно можетъ образоваться только въ живыхъ тѣлахъ, въ организмахъ, что искусственно въ лабораторіи можно получать только менѣ сложные по составу тѣла, изъ которыхъ состоитъ мертвая, неорганическая природа. Но это убѣжденіе поколеблено успѣхами современной органической химіи; въ настоящее время химикъ уже въ состояніи готовить множество тѣлъ, образованіе которыхъ прежде считалось тайной живого организма. Не всѣ означенныя вещества содержатъ всѣ четыре элемента; нѣкоторыя состоятъ только изъ трехъ: углерода, водорода и кислорода, или изъ двухъ: углерода и водорода, при томъ же эти элементы въ различныхъ тѣлахъ соединены въ весьма различныхъ пропорціяхъ, и потому понятно, что въ неодинаковыхъ растеніяхъ или въ неодинаковыхъ частяхъ того же растенія и элементы будутъ соединены въ неодинаковыхъ количественныхъ отношеніяхъ. Тѣмъ не менѣ, если мы воспользуемся многочисленными анализами разнообразныхъ растеній и ихъ отдѣльныхъ частей и выведемъ изъ этихъ анализовъ общую среднюю, то можемъ составить себѣ понятіе о примѣрномъ, среднемъ элементарномъ составѣ растенія. Въ ста вѣсовыхъ частяхъ сухого растительнаго вещества заключается среднимъ числомъ:

45,0	процентовъ	углерода
6,5	„	водорода
1,5	„	азота
42,0	„	кислорода
5,0	„	золы

Эта таблица даетъ намъ наглядное представленіе о томъ, въ какомъ отношеніи твердыя и газообразныя элементарныя вещества должны между собою соединиться, чтобъ образовать извѣстное количество растительнаго вещества. Если отъ горючей, органической части растенія мы перейдемъ къ золѣ, то увидимъ, что въ ея составъ входитъ болѣе значительное число элементовъ. Сдѣлаемъ здѣсь только перечень главнѣйшихъ изъ нихъ, такъ какъ ближе съ ними познакомиться намъ придется въ четвертой лекціи.

Э л е м е н т ы		
Органическаго вещества:	Золы:	
Углеродъ	Сѣра	Калій
Водородъ	Фосфоръ	Магній
Кислородъ	Хлоръ	Кальцій
Азотъ	Кремній	Желѣзо

Первые четыре элемента золы образуютъ кислоты, а эти кислоты съ четырьмя металлами приведенными во второмъ столбцѣ, образуютъ соли.

Зная, изъ какихъ элементовъ состоитъ растеніе, зная, что элементы неспособны взаимно превращаться, мы теперь можемъ впередъ сказать, откуда, изъ какихъ источниковъ *могутъ* взяты эти вещества.

Въ воздухѣ, въ атмосферѣ растеніе встрѣчаетъ свободный кислородъ и азотъ, небольшія количества углекислоты, газа, состоящаго изъ углерода и кислорода, и еще очень малыя количества соединений азота съ кислородомъ и водородомъ. Въ почвѣ, кромѣ всѣхъ этихъ веществъ, оно встрѣчаетъ и другія тѣла, которыя по своей нелетучести не могутъ находиться въ воздухѣ,—это будутъ именно соли, содержащія остальные элементы растенія. Часть этихъ солей будетъ растворена въ почвенной водѣ, слѣдовательно будетъ составлять жидкую среду растенія, другая же часть будетъ находиться въ твердой формѣ.

До сихъ поръ мы только узнали, изъ какихъ элементовъ состоитъ вещество растенія, или, вѣрнѣе, мы узнали, на какіе элементы мы можемъ разложить это вещество, и для этого мы должны были разрушать, сжигать его. Но изъ чего, изъ какихъ веществъ, изъ какихъ соединений элементовъ состоитъ растеніе при жизни, этого, конечно, элементарный анализъ намъ не даетъ. Для этого мы должны избрать иной путь и прежде всего, какъ мы уже сказали, должны заглянуть въ клѣточку, въ эту микроскопическую лабораторію, въ которой вырабатываются всѣ разнородныя вещества, производимыя растеніемъ. Увидѣть клѣточку не мудрено,—всѣ части растеній состоятъ изъ нихъ; но увидѣть ее живую, нисколько не поврежденную, удобно только на такихъ частяхъ, которыя состоятъ изъ одной клѣточки или одного ряда клѣточекъ; таковы, на-

примѣръ, волоски. Многимъ, конечно, извѣстно если не по названію, то по виду растеніе, очень не рѣдкое въ комнатной и тепличной культурѣ, съ длинными, узкими, сочными листьями и фіолетовыми цвѣтами о трехъ лепесткахъ. Это—*Tradescantia* (фиг. 15А). Тычинки этого цвѣтка отличаются мохнатыми, фіолетовыми же нитями (фиг. 15В). Эта мохнатость зависитъ отъ множества волосковъ, а каждый волосокъ состоитъ



Фиг. 15.

изъ одного ряда четками расположенныхъ клѣточекъ округлой или вытянутой, эллиптической формы. Стоитъ отдѣлить иглой одну такую нить и положить ее подъ микроскопъ, на верхушкѣ нити будутъ болѣе молодыя, почти округлыя, при основаніи болѣе старыя, вытянутыя клѣточки (фиг. 15С).

Въ каждой такой клѣточкѣ мы прежде всего отличаемъ двѣ части: ея оболочку, тонкую и совершенно прозрачную, позволяющую видѣть все, что находится внутри клѣточки, и содержимое клѣтокъ. Первоначально вся полость клѣточки наполнена однообразною густою массою, такъ называемою *протоплазмой*, съ погруженнымъ въ нее округлымъ тѣломъ, *ядромъ*, о которомъ рѣчь впереди. Позднѣе въ этой полужидкой протоплазмѣ появляются какъ бы глазки или ноздри, наполненныя жидкостью и напоминающія, напримѣръ, подобныя

ноздринки въ сырѣ. Такимъ образомъ содержимое распадается уже на двѣ части: протоплазму и водянистый клѣточный сокъ и становится болѣе и болѣе губчатымъ или пѣнистымъ. Еще позднѣе отношеніе между протоплазмой и сокомъ измѣняется въ пользу послѣдняго; содержаніе протоплазмы, относительно, уменьшается, а сока—увеличивается. Наконецъ, почти вся полость клѣточки оказывается наполненною водянистою жидкостью, а протоплазма сохраняется только въ видѣ слоя, устилающаго совнутри стѣнку клѣточки, или перекидывается сѣтчатыми струйками со стѣнки къ стѣнкѣ. У *традесканціи* это раздѣленіе содержимаго замѣтно особенно ясно, потому что сокъ окрашенъ въ фіолетовый цвѣтъ, а протоплазма безцвѣтна. Кромѣ этихъ двухъ веществъ, протоплазмы и сока, въ полости клѣточекъ нерѣдко замѣчаемъ и другого рода вещества: маленькія блестящія капли съ жирнымъ блескомъ или округлыя безцвѣтныя крупинки, со свойствомъ которыхъ мы ближе ознакомимся впослѣдствіи. Въ позднѣйшемъ возрастѣ клѣточки нерѣдко все ея содержимое исчезаетъ и полость наполняется воздухомъ. Такую клѣточку, представляющую только одинъ ея остовъ или скелетъ, мы должны считать мертвою; изъ такихъ мертвыхъ клѣточекъ состоитъ, напримѣръ, сухая, не держащая соковъ, часть дерева. Такимъ образомъ въ живой, дѣятельной клѣткѣ микроскопъ обнаруживаетъ слѣдующія вещества: стѣнку, протоплазму, сокъ и нерѣдко другія вещества въ видѣ капелекъ или крупинокъ.

Ограничиваясь пока этою услугой микроскопа, вернемся снова къ пособію химіи, къ ея реактивамъ и вѣсамъ. Но на этотъ разъ остановимся ранѣе на нашемъ анализѣ, не будемъ вести его до конца, до элементовъ, а постараемся только раздѣлить различныя вещества, входящія въ составъ растенія, не разрушая ихъ, а получая ихъ таковыми же, каковы они въ растеніи. Познакомимся, однимъ словомъ, съ такъ называемыми *ближайшими* составными частями растеній,—*ближайшими* въ отличіе отъ *конечныхъ* его составныхъ началъ, то есть элементовъ.

Понятно, что здѣсь не можетъ быть и рѣчи о знакомствѣ со всѣми безчисленными веществами, которыя производитъ

растительный міръ, — со всѣмъ тѣмъ, что мы встрѣчаемъ въ лабазѣ и въ аптекѣ, у столяра и у кондитера, въ прядильнѣ и въ красильнѣ. Мы ограничимся лишь самыми распространенными тѣлами или, вѣрнѣе, группами тѣлъ, безъ знакомства съ которыми невозможно пониманіе растительной жизни.

Выберемъ для образца какой-нибудь растительный органъ, на примѣръ хлѣбныя зерна. Возьмемъ ихъ въ измельченномъ видѣ, въ видѣ муки. Какъ мы сейчасъ убѣдимся, мука представитъ намъ смѣсь разнородныхъ тѣлъ. Для того, чтобы раздѣлить ихъ, приготовимъ небольшой комокъ тѣста и будемъ его долго промывать водою, разминая и перетирая руками. Сначала вода будетъ стекать молочно-бѣлою, но потомъ станетъ совершенно прозрачною. Когда это будетъ достигнуто, у насъ въ рукахъ очутится уже не тѣсто, а комокъ вещества сѣровато-бѣлаго цвѣта, липкаго и тягучаго, какъ резина или кожа. Это такъ называемая *клейковина*, та составная часть муки, которая сообщаетъ тѣсту его вязкость. Если, съ другой стороны, мы оставимъ отстояться сбѣжавшую при промывкѣ воду, то увидимъ, что она вскорѣ совершенно просвѣтлѣетъ и на днѣ стакана окажется тончайшій, нѣжный на ощупь, бѣлый осадокъ. Это *крахмалъ*, то-есть то, всѣмъ знакомое, вещество, которое употребляется для отдѣлки бѣлья и подъ пазваніемъ картофельной муки, почти въ чистомъ видѣ, идетъ на кисели и т. п. Такимъ образомъ, одною промывкой мы разложимъ муку на двѣ составныя части: *клейковину* и *крахмалъ*. Если бы мы еще прежде настояли муку въ ээирѣ, слили этотъ ээиръ и дали ему улетучиться въ открытой чашкѣ, то на днѣ ея получили бы остатокъ *маслянистаго* вида. Слѣдовательно мука или хлѣбное зерно состоитъ главнымъ образомъ изъ трехъ веществъ: *клейковины*, *крахмала* и *масла*.

Описанные пріемы раздѣленія этихъ веществъ могутъ служить хотя и грубымъ, но нагляднымъ примѣромъ того, что мы называемъ *ближайшимъ* анализомъ. При этомъ анализѣ мы стараемся раздѣлять тѣла, по возможности, не измѣняя ихъ, а пользуясь ихъ свойствомъ растворяться или не растворяться, улетучиваться, кристаллизоваться и проч. Полученныя три тѣла: крахмалъ, клейковина и жиръ, могутъ въ то же время

служить представителями трехъ наиболѣ важныхъ и распространенныхъ группъ растительныхъ веществъ.

Группы эти—такъ называемые *углеводы*, *бѣлковыя вещества* и *масла*; остальные вещества встрѣчаются обыкновенно или въ относительно малыхъ количествахъ, или въ исключительныхъ органахъ, или растеніяхъ, и слѣдовательно не вліяютъ на общія явленія растительной жизни. Вотъ таблица, въ которой сопоставлены анализы ближайшихъ составныхъ началъ нѣсколькихъ наиболѣ различныхъ растительныхъ продуктовъ; анализы эти вполне подкрѣпляютъ только что высказанное положеніе, что главная масса растенія состоитъ изъ перечисленныхъ трехъ группъ веществъ *).

Въ 100 частяхъ.	Клевера (растенія)	Пшеницы (муки)	Лупина (сѣмянъ)	Льна (сѣмянъ)
Углеводовъ	16,6	74,8	45,5	62,2
Бѣловыхъ веществъ . . .	3,7	11,8	34,5	20,5
Масла	0,8	1,2	6,0	37,0
Золы	1,7	0,7	3,5	5,0
Воды	78,0	12,6	14,5	12,3

Группа углеводовъ получила это названіе потому, что водородъ и кислородъ встрѣчаются въ нихъ въ томъ же отношеніи, въ какомъ они находятся въ водѣ; а такъ какъ содержится еще углеродъ, то углеводы состоятъ *какъ бы* изъ угля и воды. Къ этой группѣ углеводовъ относятся слѣдующія вещества: сахаръ, обыкновенный тростниковый или свекловичный, а также виноградный или *глюкоза*, встрѣчающійся въ старомъ изюмѣ,—камедь, примѣромъ которой можетъ служить вишневый клей, вытекающій изъ стеблей вишневаго дерева, крахмалъ и наконецъ клѣтчатка, то-есть то вещество, которое образуетъ твердый остовъ растенія стѣнки его клѣточекъ и которое мы употребляемъ въ нашихъ бумажныхъ и льняныхъ

*) Въ Московскомъ Политехническомъ музеѣ можно видѣть богатую коллекцію наглядныхъ анализовъ растительныхъ продуктовъ. Въ одной стеклянкѣ находится опредѣленное количество даннаго продукта, напримѣръ, полфунта пшеничныхъ зеренъ; въ другихъ показано, какое въ этомъ количествѣ продукта заключается количество углеводовъ, бѣловыхъ веществъ, масла и золы. Тамъ же можно видѣть стеклянныя модели, поясняющія элементарный анализъ растительнаго вещества, приведенный на стр. 31.

тканяхъ и въ бумагѣ. Группу углеводовъ иногда называютъ сахаристыми веществами, потому что нѣкоторые изъ нея представителѣ, какъ мы видѣли, дѣйствительно, настоящій сахаръ, другіе же легко могутъ быть превращены въ сахаръ. Такъ, напримѣръ, дѣйствуя на крахмалъ слабою сѣрною кислотой, готовятъ картофельную патоку; дѣйствуя той же кислотой на клѣтчатку, ее также можно превратить въ сахаръ; этимъ путемъ, какъ извѣстно, можно превратить въ сахаръ старое тряпье. Описанныя тѣла представляютъ намъ какъ бы послѣдовательный рядъ; сахаръ и глюкоза легко растворяются въ водѣ и способны кристаллизоваться; камедь, какъ, напри- мѣръ, вишневый клей, растворяется въ водѣ, образуя густую тягучую жидкость, но неспособна кристаллизоваться; крахмалъ не растворяется въ холодной водѣ, а въ горячей сильно разбухаетъ, образуя клейстеръ; наконецъ, клѣтчатка не растворяется и не разбухаетъ ни въ холодной, ни въ горячей водѣ.

Посмотримъ теперь, какимъ образомъ мы можемъ узнавать присутствіе хотя бы главныхъ изъ этихъ веществъ. Всѣ они безцвѣтны, но мы обладаемъ средствами вызывать въ нихъ извѣстныя характеристическія окрашиванія. (Въ безцвѣтной жидкости, находящейся въ этомъ стаканѣ, растворено немного винограднаго сахара, въ другомъ стаканѣ находится ярко-синяя жидкость; я приливаю въ эту синюю жидкость безцвѣт- ный растворъ изъ перваго стакана и слегка подогреваю; она начинаетъ мутиться, принимаетъ грязно-зеленоватый цвѣтъ, образуется осадокъ, — сначала желтый, бурый, потомъ ярко-красный; онъ падаетъ на дно, а жидкость становится без- цвѣтною. Слѣдовательно, виноградный сахаръ способенъ вы- зывать въ нашей синей жидкости красный осадокъ или, на- оборотъ, эта синяя жидкость (такъ называемый реактивъ Фе- линга) способна обнаруживать, вслѣдствіе перемѣны въ своемъ цвѣтѣ, присутствіе винограднаго сахара. Эта реакція такъ чувствительна, что можетъ обнаруживать въ растворѣ малѣй- шую часть этого сахара. Значить, въ Фелинговой жидкости мы имѣемъ драгоцѣнное средство, позволяющее обнаруживать присутствіе ничтожныхъ количествъ винограднаго сахара. Та- кое же средство для обнаруженія присутствія крахмала имѣ-

емъ въ растворѣ іода. Я беру большой стаканъ воды, прибавляю въ него нѣсколько капель крахмального клейстера и размѣшиваю. Въ этой водѣ, такимъ образомъ, находятся малѣйшіе слѣды крахмала. Прибавляю въ нее нѣсколько капель желтаго раствора — іода, и вся жидкость въ стаканѣ мгновенно окрашивается въ лазуревый цвѣтъ. Точно такъ же, если я, напримѣръ, смочу каплей іоднаго раствора кусокъ тѣста или бѣлаго хлѣба, то на нихъ появляется темно-синее, почти черное пятно, потому что и въ томъ и другомъ содержится крахмалъ; но если я смочу тѣмъ же растворомъ іода кусокъ клейковины, то уже не получу черного пятна, потому что весь крахмалъ былъ вымытъ водою. Слѣдовательно, іодъ окрашиваетъ безцвѣтный крахмалъ въ синій цвѣтъ, онъ служитъ намъ реактивомъ на крахмалъ. Остается найти средство для подобнаго же обнаруживанія клѣтчатки. Іодъ самъ по себѣ не вызоветъ въ ней синяго окрашиванія, но іодъ съ хлористымъ цинкомъ окрашиваетъ ее въ синій цвѣтъ. Мнѣ стоить уронить каплю этого раствора на листъ бѣлой бумаги, состоящей, какъ намъ извѣстно, изъ клѣтчатки, и на немъ появляется синее пятно. Таковы наши реактивы, наши средства узнавать самые распространенные углеводы: виноградный сахаръ, крахмалъ и клѣтчатку.

Переходимъ къ другой группѣ — къ *бѣлковымъ* веществамъ. *Бѣлковыми* они называются потому, что типомъ, представителемъ ихъ, можетъ служить бѣлокъ куриного яйца. Эти бѣлковыя вещества встрѣчаются или растворенными, какъ, напримѣръ, въ сокѣ, выжатомъ изъ капусты, или нерастворимыми, какъ, напримѣръ, клейковина, которую мы только что получили изъ пшеничнаго зерна. Но стоить намъ только нагрѣть капустный сокъ — и въ немъ появятся бѣлыя хлопья: бѣлокъ свернулся точно такъ же, какъ онъ свертывается при варкѣ яицъ. Химія предлагаетъ намъ цѣлый рядъ реактивовъ, при помощи которыхъ мы можемъ узнать присутствіе бѣлковыхъ веществъ. Остановимся на одномъ — если не на самомъ надежномъ, то на самомъ наглядномъ. Имѣя въ стаканѣ немного куриного бѣлка, разведеннаго водою, я прибавляю туда обыкновеннаго сахарнаго сиропа и крѣпкой сѣрной кислоты, — обра-

зуется осадокъ, который вновь растворяется и вся жидкость окрашивается постепенно въ превосходный малиновый цвѣтъ. Въ сахаръ съ сѣрной кислотой мы, слѣдовательно, имѣемъ средство узнавать бѣлковое вещество.

Остается третья группа: масла или жиры. Для нихъ мы не имѣемъ такихъ простыхъ и наглядныхъ реактивовъ, которые вызывали бы характеристическое окрашиваніе, но зато, какъ мы видѣли, стоить только вещество, въ которомъ предполагаемъ присутствіе масла или жира, обработать эфиромъ: эфиръ извлечетъ, растворитъ ихъ, и затѣмъ, оставляя этотъ растворъ постоять на воздухѣ, испаряя эфиръ, мы получаемъ масло или жиръ съ ихъ характерными свойствами.

Всѣ описанныя реакціи мы можемъ теперь примѣнить подъ микроскопомъ непосредственно надъ клѣточкой. Попробуемъ прибавить къ водѣ, въ которой мы разсматриваемъ клѣточку, сахару и сѣрной кислоты, и мы увидимъ, что протоплазма окрасится въ розовый цвѣтъ,—доказательство, что она состоитъ главнымъ образомъ изъ бѣлковыхъ веществъ. Подѣйствуемъ реактивомъ Фелинга и, если въ сокѣ клѣточки есть виноградный сахаръ, получимъ красный осадокъ. Прибавляемъ каплю іода и замѣтимъ, что мелкія безвѣтные крупинки въ полости клѣтки окрасятся въ синій цвѣтъ: это—крахмалъ. Беремъ раствора іода въ хлористомъ цинкѣ,—вся стѣнка клѣточки окрашивается въ синій цвѣтъ, значить, она состоитъ изъ клѣтчатки. Приливаемъ наконецъ эоира и замѣчаемъ, что тѣ капельки, которыя обратили на себя вниманіе своимъ жирнымъ блескомъ, исчезли, растворились,—очевидно, что это капли масла. Такимъ образомъ, химическій анализъ и микроскопическое изслѣдованіе идутъ рука объ руку и взаимно пополняются. Анализъ (см. послѣднюю таблицу, стр. 42) показываетъ, что преобладающія вещества въ растеніи—углеводы; микроскопъ подтверждаетъ, что эти углеводы образуютъ оболочку клѣточекъ, что они являются въ видѣ крупинокъ крахмала или растворены въ сокѣ клѣточекъ въ видѣ сахара. Анализъ показываетъ, что второе по количеству мѣсто принадлежить бѣлковымъ веществамъ и что притомъ молодые части растенія относительно богаче азотистыми веществами, чѣмъ

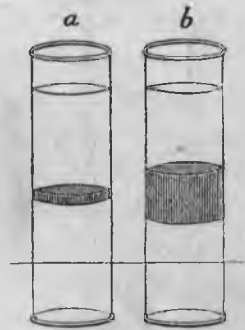
части старья; микроскопъ обнаруживаетъ, что протоплазма состоитъ главнымъ образомъ изъ бѣлковыхъ веществъ, содержащихъ азотъ, и что эта протоплазма преобладаетъ въ молодыхъ клѣточкахъ. Наконецъ и микроскопъ, и анализъ указываютъ на присутствіе въ растеніи и въ клѣточкѣ маслянистыхъ веществъ.

Мы познакомились съ главнѣйшими веществами, которыя заключаетъ въ себѣ растительная клѣточка. Мы уже ранѣе пришли къ заключенію, что всѣ эти вещества она должна вырабатывать изъ веществъ, газовъ, солей и проч., которыя ее окружаютъ. Другими словами, она должна питаться, принимать пищу извнѣ. Каждая клѣточка должна заимствовать свою пищу изъ почвы, изъ воздуха или изъ другой сосѣдней клѣточки. Здѣсь, естественно, возникаетъ вопросъ: какимъ же образомъ эта клѣточка, этотъ пузырекъ, глухой, безъ отверстій, безъ органовъ хватанія, привлекаетъ къ себѣ, вбираетъ въ себя окружающее вещество?

Для того чтобы объяснить себѣ этотъ первый фазисъ питанія растительной клѣточки, мы должны на время оставить ее въ сторонѣ и даже вовсе сойти съ почвы ботаники, заняться чисто-физическими явленіями, ознакомиться съ нѣкоторыми общими свойствами вещества, проявляющимися одинаково въ мертвой и живой природѣ. Это пріемъ, къ которому мы и впредь нерѣдко будемъ прибѣгать, это даже единственный вѣрный пріемъ во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда мы желаемъ найти объясненіе какого-нибудь жизненнаго явленія, потому что на языкѣ фізіолога *объяснить* — значитъ сводить сложные жизненные процессы къ болѣе простымъ физико-химическимъ явленіямъ.

Физика учитъ насъ, что частицамъ вещества присуще движеніе, что мы не знаемъ матеріи безъ движенія. Это движеніе всего яснѣе обнаруживается въ жидкомъ и особенно въ газообразномъ состояніи вещества. Частицы газообразнаго вещества одарены быстрымъ движеніемъ, онѣ стремятся въ разбродъ, стремятся разсѣяться въ пространствѣ, занять всѣ мѣста, еще ими не занятые, и это продолжается до тѣхъ поръ

пока онѣ не распредѣлятся равномерно во всемъ доступномъ имъ пространствѣ. Эта способность, это стремленіе вещества распространяться, разсѣиваться въ пространствѣ, называется *диффузіей*. Убѣдиться въ существованіи явленій диффузіи очень легко, особенно надъ газообразными, или летучими, веществами. Стоить мнѣ плеснуть на воздухъ небольшое количество эоира, и тотчасъ же въ ближайшемъ сосѣдствѣ, а потомъ и въ отдаленнѣйшихъ углахъ залы будетъ ощутителенъ всѣмъ знакомый запахъ гофманскихъ капель. Эфиръ превратился въ паръ, и этотъ паръ разсѣялся по всей залѣ. Нетрудно также обнаружить и диффузію жидкостей: стоить вспомнить, вѣроятно многимъ знакомый опытъ съ водой и виномъ; если на поверхность воды осторожно налить красного вина, то обѣ жидкости образуютъ два ясно между собою разграниченныхъ слоя. Но мало-по-малу рѣзкая граница между ними исчезаетъ,— вино проникаетъ въ воду, вода въ вино; обѣ жидкости смѣшиваются. Тотъ же опытъ мы можемъ видѣть здѣсь въ еще болѣе наглядной формѣ (фиг. 16). Вотъ двѣ почти безцвѣтныя жидкости, которыя, будучи слиты вмѣстѣ, даютъ жидкость кроваво-краснаго цвѣта. Въ этотъ узкій и длинный сосудъ, на дно, налита тяжелѣйшая изъ двухъ жидкостей, а поверхъ ея, соблюдая извѣстныя предосторожности, налита вторая, болѣе легкая. На границѣ ихъ образовался узкій, какъ черта, слой красного раствора, по съ теченіемъ времени эта узкая, едва замѣтная, красная полоска будетъ расти и подъ конецъ лекціи превратится въ поясокъ шириною въ нѣсколько пальцевъ, а по прошествіи нѣсколькихъ часовъ или, можетъ-быть, дней вся жидкость окрасится равномернымъ краснымъ цвѣтомъ. Обѣ жидкости, очевидно, взаимно проникаются, а это зависитъ отъ невидимаго, но присущаго ихъ частицамъ движенія, отъ ихъ стремленія разсѣиваться въ пространствѣ, потому что иначе мы не можемъ себѣ объяснить, какимъ образомъ, вопреки дѣйствію тяжести, легчайшія частицы опускаются внизъ, а тяже-



Фиг. 16.

лѣйшія поднимаются наверхъ. Различныя вещества обладаютъ этою способностью къ разсѣянію, къ диффузіи въ весьма различной степени,—другими словами, частицы различныхъ веществъ движутся съ различною скоростью. Это всего легче можно показать на газѣхъ. Этотъ сосудъ (фиг. 17) изъ слабо обожженной и очень пористой глины (а) въ нижней своей части соединенъ со стеклянною трубкой (b), погруженной нижнимъ концомъ въ подкрашенную красною краскою воду.



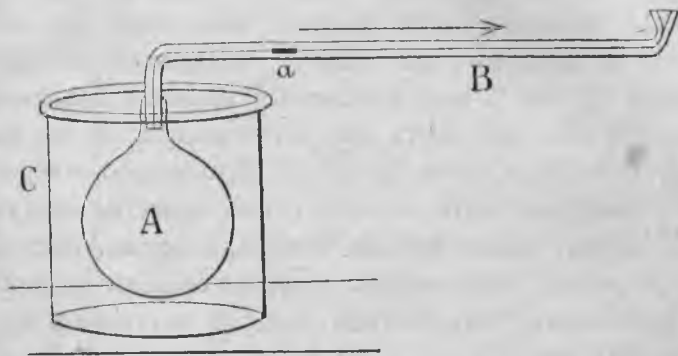
Фиг. 17.

Сосудъ вмѣстѣ съ трубкой содержитъ воздухъ. Цѣль этого прибора состоитъ въ томъ, чтобы обнаруживать малѣйшее измѣненіе въ объемѣ воздуха, заключеннаго въ сосудѣ и трубкѣ. Если объемъ почему-либо увеличится, то воздухъ начнетъ выдѣляться въ видѣ пузырьковъ чрезъ эту окрашенную жидкость. Обратно, если объемъ воздуха въ приборѣ уменьшится, то окрашенная жидкость поднимется въ трубкѣ. Ни того, ни другого пока не происходитъ, потому что воздухъ внутри и снаружи прибора одинъ и тотъ же. Но если мы окружимъ этотъ сосудъ другимъ воздухомъ, другимъ газомъ, то, очевидно, между двумя газами, чрезъ пористую, проницаемую для нихъ стѣнку, произойдетъ взаимный обмѣнъ; каждый будетъ стремиться разсѣяться въ другомъ. Но, очевидно, если оба газа стремятся разсѣяться, а частицы ихъ движутся съ различною скоростью, то въ приборѣ произойдетъ временное измѣненіе объема, увеличеніе или уменьшеніе, смотря по тому, который изъ газовъ движется быстрѣе. Однимъ словомъ, здѣсь произойдетъ то же самое, что, чрезъ нѣсколько минутъ произойдетъ въ дверяхъ этой залы. Положимъ, что въ настоящую минуту въ залѣ находится триста лицъ; положимъ, что изъ нихъ сто, соскучившись слишкомъ затянувшеюся лекціей, съ нетерпѣніемъ ждутъ ея конца, чтобы поспѣшить выйти, а тамъ, за

дверями, стоятъ сто другихъ лицъ, желающихъ проникнуть въ залу для слѣдующей лекціи. Если одни будутъ выходить съ такою же поспѣшностью, съ какою другіе будутъ входить, то число лицъ въ залѣ ни на минуту не измѣнится; если же лица входящія, не утомленные часовымъ напряженнымъ состояніемъ, окажутся энергичнѣе, то въ первую минуту число лицъ въ залѣ возрастетъ, она переполнится, и только немного спустя, когда выйдутъ желавшіе уйти, число присутствующихъ опустится до прежнихъ трехсотъ. Точно такъ же и здѣсь, если я окружу этотъ пористый сосудъ газомъ, частицы котораго будутъ быстрѣе проходить внутрь сосуда, чѣмъ частицы заключеннаго въ немъ воздуха будутъ выходить наружу, то на время въ сосудѣ окажется болѣе частицъ газа, чѣмъ онъ можетъ вмѣстить, и избытокъ газа станетъ выдѣляться пузырьками изъ конца трубки. Я беру стеклянный колоколь, наполненный водородомъ; такъ какъ этотъ газъ легче воздуха, то его можно удерживать нѣкоторое время въ сосудѣ, обращенномъ отверстіемъ внизъ. Я надвигаю этотъ колоколь (с) на пористый сосудъ (а). Внутри сосуда—обыкновенный воздухъ, снаружи, подъ колоколомъ, водородъ; если частицы водорода одарены болѣе быстрымъ движеніемъ, чѣмъ частицы воздуха, внутренний объемъ газа долженъ увеличиться; и вы видите и слышите, какъ пузырьки газа булькаютъ чрезъ окрашенную жидкость въ рюмкѣ. Теперь я снимаю колоколь; условія совершенно извращаются: водородъ находится теперь внутри сосуда, воздухъ—снаружи; водородъ стремится наружу, воздухъ — внутрь, но частицы водорода движутся быстрѣе частицъ воздуха, въ приборѣ происходитъ уменьшеніе объема и вы видите, какъ быстро подымается въ трубкѣ (b) столбъ красной жидкости.

Итакъ, газы, еще болѣе чѣмъ жидкости, способны къ диффузии, то-есть способны проникать всюду, гдѣ ихъ еще нѣтъ. Этотъ водородъ устремился въ сосудъ только потому, что его тамъ не было, и устремился вонъ изъ сосуда только потому, что его нѣтъ въ воздухѣ этой залы. Точно такъ же всякое газообразное тѣло, а равно и тѣла, растворенныя въ жидкостяхъ, спѣшатъ занять все доступное имъ пространство, распредѣляясь въ немъ равномерпо.

Посмотримъ, какое же отношеніе эти явленія диффузіи газовъ и жидкостей имѣютъ къ поднятому нами вопросу о питаніи клѣтки. Вотъ приборъ, который представляетъ намъ довольно близкое подобіе клѣтки (фиг. 18). Это тончайшій, прозрачный, какъ стекло, и смоченный водою пузырь изъ вещества очень сходнаго съ клѣтчаткой, или, вѣрнѣе изъ самой клѣтчатки, нѣсколько химически измѣненной. Вещество это не что иное какъ *коллодіумъ* фотографовъ. Пузырь (А) соединенъ съ горизонтальною стеклянною трубкой (В), въ которой находится капля окрашенной жидкости (а); по движенію капли къ пузырю или отъ пузыря мы можемъ судить о томъ, умень-

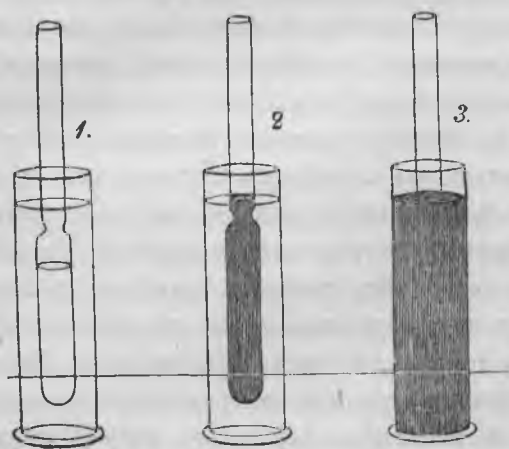


Фиг. 18.

шается ли или увеличивается объемъ воздуха въ пузырь. Я опускаю пузырь въ эту пустую, широкую стеклянку (С) и приливаю въ нее углекислоты, хотя вы этого конечно не видите, потому что углекислота — такой же безцвѣтный газъ, какъ и воздухъ. Но я въ правѣ выразиться, что я ее прилилъ, потому что углекислота тяжелѣе воздуха и ее можно невидимо для глаза переливать изъ сосуда въ сосудъ. Точно такъ же какъ легкій водородъ можно нѣкоторое время удержать въ колоколѣ открытомъ снизу, такъ углекислоту можно удержать въ сосудѣ, открытомъ сверху. Вслѣдъ за тѣмъ какъ я впустилъ углекислоту въ стеклянку, окружающую пузырь, капелька окрашенной жидкости дрогнула и побѣжала по направленію, указанному стрѣлкой, обнаруживая тѣмъ, что углекислота начала прони-

каты чрезъ влажную стѣнку пузыря нашей искусственной клѣтки, и притомъ быстрѣе, чѣмъ воздухъ выходитъ изъ нея. Значитъ, растительной клѣточкѣ нѣтъ надобности какъ-нибудь привлекать, всасывать въ себя газы, напримѣръ, углекислоту; если только въ ней нѣтъ этого газа, то онъ самъ будетъ поступать въ нее, въ силу своей способности къ диффузіи.

Посмотримъ теперь, какъ будутъ относиться растительныя клѣточки къ веществамъ, раствореннымъ въ почвенной водѣ. Возьмемъ нѣсколько приборовъ, состоящихъ изъ продолговатыхъ мѣшковъ изъ того же коллодіума, приклеенныхъ къ око-



Фиг. 19.

нечности ламповыхъ стеколъ (фиг. 19). Положимъ, что эти коллодіальные мѣшки будутъ намъ представлять корневыя клѣточки, посредствомъ которыхъ растеніе приходитъ въ прикосновеніе съ питательными веществами, находящимися въ почвѣ. Растеніе, какъ мы знаемъ на основаніи его элементарнаго состава, нуждается, между прочимъ, и въ соляхъ желѣза; мы выберемъ ихъ для примѣра, такъ какъ онѣ представляютъ очень наглядныя реакціи, по которымъ легко усмотрѣть въ растворѣ ничтожныя ихъ слѣды. Вотъ, напримѣръ, въ этомъ стаканѣ у меня находится вода, въ которую я прилил нѣсколько капель желѣзной соли. Прибавляю немного другой жидкости (раствора *таннина*)— и безцвѣтный какъ вода растворъ дѣляется чер-

нымъ, какъ чернила, и даже нельзя сказать — *какъ* чернила, потому что это сами чернила и есть. Погружаемъ коллодіальный мѣшечекъ, наполненный водою, въ сосудъ съ водою же (1), приливаемъ въ сосудъ желѣзной соли, а въ мѣшокъ таннина; черезъ минуту, внутри его, около стѣнокъ, показывается сѣроватый оттѣнокъ, а черезъ нѣсколько минутъ вся жидкость въ мѣшкѣ превращается въ чернила (2). Итакъ, мы видимъ, что желѣзная соль сама проникаетъ въ нашу клѣточку, и мы знаемъ, что это будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока въ клѣточкѣ не окажется такой же крѣпкій растворъ соли, какъ въ наружномъ сосудѣ, потому что только тогда въ клѣточку будетъ въ каждую минуту входить столько же частицъ, сколько ихъ будетъ выходить,—однимъ словомъ, установится равновѣсіе. Но рождается вопросъ, можетъ ли быть достигнуто такое равновѣсіе въ нашемъ примѣрѣ? Очевидно, нѣтъ: какъ только наша желѣзная соль попала въ клѣточку, она образовала тамъ соединеніе съ танниномъ, которое мы для простоты будемъ называть чернилами; тамъ есть чернила, но нѣтъ болѣе желѣзной соли, а если нѣтъ желѣзной соли, то новое количество ея перейдетъ изъ наружнаго сосуда; это количество вновь превратится въ чернила, и такъ далѣе и далѣе. Если только въ мѣшкѣ достаточно таннина, то равновѣсіе никогда не будетъ достигнуто, и желѣзная соль будетъ устремляться непрерывнымъ токомъ въ нашу клѣточку. Такимъ образомъ, стоить только взять коллодіальный мѣшокъ съ растворомъ таннина и погрузить его въ сосудъ съ растворомъ желѣзной соли для того, чтобы извлечь изъ этого раствора всю соль, перенести ее во внутренность мѣшка. Оставимъ этотъ приборъ на нѣсколько часовъ или дней и тогда въ наружномъ сосудѣ не найдемъ болѣе желѣзной соли: наша искусственная клѣточка съѣстъ высосетъ ее начисто.

Мы, очевидно, уже близки къ простому физическому объясненію поступленія питательныхъ веществъ въ растительную клѣточку. Мы видѣли, что вещество, газообразное или растворимое, само проникаетъ въ клѣточку и продолжаетъ поступать въ нее до тѣхъ поръ, пока содержаніе его, по ту и по другую сторону не будетъ одинаково. Мы видѣли далѣе, что это рав-

новѣсїе никогда не наступить, если только вещество, попавшее въ клѣточку, измѣнитъ тамъ свою форму, вступить въ другое соединеніе; въ такомъ случаѣ оно будетъ постояннымъ, непрерывнымъ токомъ устремляться въ клѣточку и тамъ отлагаться. Мы уже усматриваемъ въ этомъ одну изъ причинъ увеличенія массы растенія, то-есть накопленія въ немъ вещества, но для полноты нашего объясненія въ немъ недостаетъ еще одного звена. Накопленіе вещества въ клѣточкѣ станетъ вполне понятнымъ въ такомъ только случаѣ, если мы допустимъ, что вещества извнѣ легко поступаютъ въ клѣточку, но что тѣ вещества, въ которыя они тамъ преобразуются, что вещества, находящіяся въ самой клѣточкѣ, не выходятъ наружу. Произведенный только что опытъ вполне подтверждаетъ это предположеніе. Въ самомъ дѣлѣ, жидкость чернѣетъ только внутри коллодіальнаго мѣшка; снаружѣ она безцвѣтна, какъ вода. Этого, очевидно, не могло бы случиться, если бы таннинъ, или его соединенія съ желѣзною солью, чернила, могли выступать изъ клѣточки. Для провѣрки сдѣлаемъ опытъ въ обратномъ порядкѣ: прильемъ желѣзной соли въ клѣточку, а таннина въ наружный сосудъ; черезъ нѣсколько мгновеній замѣтимъ въ наружномъ сосудѣ черныя струйки, наконецъ вся жидкость въ немъ становится черною, такъ что коллодіальный мѣшокъ болѣе не виденъ (3 фиг. 19). Вынимаемъ его изъ сосуда, — растворъ въ немъ такъ же безцвѣтенъ, какъ былъ. Не подлежитъ сомнѣнію, что только желѣзная соль свободно проходитъ чрезъ перопонку и все равно въ какомъ направленіи, но ни таннинъ, ни его соединеніе съ желѣзомъ не могутъ проходить чрезъ нее. Очевидно, существуютъ двоякаго рода тѣла: одни способны проникать чрезъ оболочку клѣточекъ, другія не способны, и желѣзная соль служить примѣромъ перваго случая, а таннинъ — второго.

И дѣйствительно, эти два тѣла могутъ служить представителями двухъ типовъ, двухъ категорій химическихъ тѣлъ. Тѣла первой категоріи легко проходятъ чрезъ растительныя или животныя перепонки; тѣла второй категоріи проходятъ очень трудно или почти не проходятъ чрезъ нихъ. Говоря о диффузіи жидкихъ тѣлъ, мы замѣтили, что одни тѣла диффундируютъ

быстрѣе, другія медленнѣе, одни болѣе подвижны, другія менѣе; теперь можемъ прибавить, что именно тѣ тѣла, которыя медленно диффундируютъ, вообще, еще медленнѣе проходятъ чрезъ перепонки. Химики называютъ тѣла первой категоріи—*кристаллоидами*, всѣ они способны кристаллизоваться; тѣла второй категоріи—*коллоидами*, клеобразными тѣлами, всѣ они не способны кристаллизоваться.

Мы получаемъ такимъ образомъ одновременно объясненіе нашего опыта и общій ключъ для пониманія явленій, совершающихся при питаніи растительной клѣточки. Желѣзная соль идетъ къ таннину, а не наоборотъ, потому что она кристаллоидъ, а таннинъ—коллоидъ. Обращаясь къ питанію клѣточки, мы встрѣчаемъ въ общихъ чертахъ то же самое явленіе. Въ самомъ дѣлѣ, какія тѣла находитъ клѣточка въ окружающей средѣ?—Газы, воду и растворимыя въ ней соли, то-есть тѣла кристаллическія,—вообще, слѣдовательно, вещества въ высокой степени подвижныя и легко проникающія чрезъ ея оболочку. Какія тѣла содержитъ въ себѣ эта клѣточка, во что перерабатываетъ она принятыя извнѣ вещества?—Главнымъ образомъ въ бѣлковыя вещества, въ масла, въ камеди, крахмалъ или, наконецъ, клѣтчатку,—слѣдовательно, въ вещества коллоидальныя, мало подвижныя, не проходящія чрезъ перепонки, или наконецъ, совершенно нерастворимыя, какъ это легко усмотрѣть изъ этой таблицы.

Г л а в н ы й ш і я :

<i>Растительныя вещества.</i>	<i>Изъ источники.</i>
Клѣтчатка.	Углекислота.
Крахмалъ.	Вода.
Бѣлковыя вещества.	Соли.
Масла.	
Тѣла нерастворимыя и коллоиды.	Газы и кристаллоиды.

Въ теченіе всей своей жизни клѣточка постоянно окружена веществомъ, очень легко въ нее диффундирующимъ. Такъ, напримѣръ, углекислота воздуха постоянно устремляется въ каждую клѣточку, съ которой приходитъ въ прикосновеніе. Но если бы эта углекислота оставалась въ ней углекислою,

то ея поступило бы очень немного; на дѣлѣ же, какъ мы увидимъ позже, попавъ въ клѣточку, она превращается: изъ нея и изъ воды образуется углеводъ, а это превращеніе вызываетъ поступленіе новыхъ и новыхъ количествъ углекислоты. Слѣдовательно, двѣ фазы питанія: принятіе питательныхъ веществъ и ихъ превращеніе въ самое вещество клѣтки, ихъ усвоеніе, находятся во взаимной связи. Одинъ процессъ обуславливается другимъ: если бы не было усвоенія, то не было бы новаго поступленія; если бы не было поступленія, то нечему было бы усваиваться. Сверхъ того, такъ какъ при этомъ усвоеніи вещество переходитъ въ трудно-подвижную или вовсе неподвижную форму, то оно не разсѣивается обратно въ пространство, а слагается въ клѣточкѣ.

Разсматривая питаніе растенія съ подобной общей, физической точки зрѣнія, мы получаемъ совершенно иное о немъ представленіе, непохожее на обыкновенныя ходячія понятія. Не растеніе, не клѣточка притягиваетъ къ себѣ, всасываетъ въ себя питательныя вещества, а, напротивъ, вещество само, въ силу присущей ему подвижности, врывается въ клѣточку. Клѣточка, брошенная въ пространство, представляется намъ только микроскопическимъ центромъ, въ которомъ постоянно нарушается равновѣсіе окружающаго вещества, какою-то микроскопическою пучиной, въ которую это легко-подвижное вещество устремляется непрерывнымъ токомъ и тамъ, превращаясь, утрачиваетъ свою подвижность, слагается въ запасъ. Растительная клѣточка — это ловушка, это западня, которая легко пропускаетъ въ себя вещество, но уже не выпускаетъ его обратно. Отсюда становится понятною основная, коренная черта растительной жизни: увеличеніе массы, накопленіе вещества.

Изложенныя общія понятія о питаніи клѣточки, какъ мы вскорѣ убѣдимся, окажутся для насъ необходимыми почти на каждомъ шагѣ при изученіи явленій питанія въ цѣломъ растеніи. Будемъ ли мы говорить о питаніи корня на счетъ веществъ, находящихся въ почвѣ, будемъ ли мы говорить о воздушномъ питаніи листьевъ на счетъ атмосферы или о питаніи одного органа на счетъ другого, сосѣдняго,—вездѣ для

объясненія мы будемъ прибѣгать къ тѣмъ же основнымъ причинамъ: диффузіи, то-есть присущей веществу способности разсѣиваться, стремиться оттуда, гдѣ оно есть, туда, гдѣ его нѣтъ, и превращенію, то-есть переходу вещества изъ легко подвижной въ трудно подвижную или вовсе неподвижную форму.

Такимъ образомъ, знакомство съ основными явленіями питанія растительной клѣтки приводитъ насъ къ заключенію, что они сводятся къ явленіямъ диффузіи, не исключительно свойственнымъ живымъ организмамъ, а, напротивъ, вытекающимъ изъ общихъ свойствъ матеріи. Мы убѣждаемся, что основной механизмъ принятія пищи управляется законами общими для живой и неживленной природы.

Иванъ Гринбергъ
Василь Гринбергъ
Григорій Георіевичъ
Ласкинъ.

III.

С ъ м я. +

Начнемъ нашъ обзоръ жизненныхъ отправления растенія съ той поры, когда обнаруживается дѣятельность сѣмени, пролежавшаго всю зиму подъ защитой снѣгового покрова или весною же брошеннаго въ почву рукой земледѣльца. Едва ли какое явленіе въ жизни растенія обращало на себя такъ много вниманія, какъ, именно, это первое ея проявленіе: оно вызвало на размышленіе и ученыхъ, и мыслителей, и поэтовъ; оно облечено даже какимъ-то покровомъ поэтической таинственности; мы видимъ въ немъ олицетвореніе самой жизни, символъ пробужденія отъ сна и смерти. Дѣйствительно, есть что-то заманчивое, подстрекающее мысль въ этомъ внезапномъ пробужденія дѣятельности въ тѣлѣ, до тѣхъ поръ, повидимому, не отличавшемся отъ тѣлѣ окружающей мертвой природы. Есть что-то загадочное въ этой скрытой, затаившейся жизни, которая вдругъ прорывается наружу. Нисколько не посягая на поэтическія представленія, которыми воображеніе любитъ окружать это явленіе, попробуемъ приложить къ нему строгій анализъ науки, попытаемся разложить это сложное явленіе на простѣйшія его составляющія, попытаемся объяснить, чѣмъ отличается покоящееся сѣмя отъ дѣятельнаго и въ чемъ заключается тотъ импульсъ, толчокъ, который вызываетъ эту дѣятельность.

Извнѣ, дѣятельность сѣмени проявляется въ его разбуханіи, разрываніи кожурѣ и появленіи сначала корешка, а затѣмъ перышка, то-есть стебелька съ первыми листьями. Эти органы развиваются, увеличиваясь въ размѣрахъ съ каждымъ днемъ.

Развитіе это, очевидно, должно происходить на счетъ какого-нибудь вещества, служащаго пищей растущимъ частямъ. И однако, несмотря на это быстрое развитіе, именно въ періодъ прорастанія, растеніе почти не зависитъ отъ почвы. Обыкновенно прорастаніе совершается въ землѣ; но вотъ цѣлая щетка зеленаго кресса, проросшаго на войлокѣ, а вотъ сѣмена маиса и бобовъ, проросшія на легкой газовой сѣткѣ и, слѣдовательно, со всѣхъ сторонъ окруженныя воздухомъ и лишь концами корней погруженныя въ перегнанную воду.

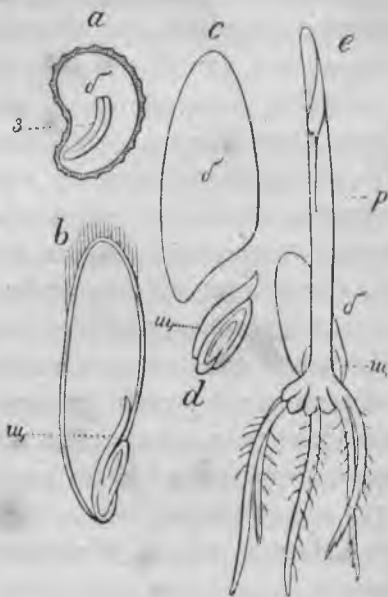


Фиг. 20.

Если мы присмотримся поближе къ прорастающимъ сѣменамъ, какъ, напримѣръ, бобамъ или фасоли, то замѣтимъ, что, по мѣрѣ того какъ вытягивается корень и стебель съ молодыми листьями, первая пара листьевъ, то-есть сѣменодоли, начинаетъ сморщиваться, всасываться, видимо уменьшаться въ объемъ (фиг. 20). Это наблюденіе уже можетъ послужить намекомъ на то, что развитіе однихъ частей ростка можетъ происходить на счетъ другихъ. Другія сѣмена, какъ, напримѣръ, у злаковъ, представляютъ нѣсколько болѣе сложное строеніе, чѣмъ сѣмена гороха или бобовъ. Если мы разрѣжемъ вдоль пшеничное зерно, то замѣтимъ, что подъ кожурой находятся двѣ совершенно независимыя части (см. фиг. 21, b и C съ d). Внизу и нѣсколько сбоку помѣщается тѣлце, которое, какъ легко можно убѣдиться на прорастающихъ зернахъ, не что иное, какъ зародышъ, то-есть зачаточное растеніице (см. фиг. 21, b, d, e).

Въ немъ можно замѣтить и листовую почечку, и зачатки корешковъ. Остальная и большая часть сѣмени занята бѣлою, совершенно однообразною, мучнистою на видъ, массой, такъ называемымъ *бѣлкомъ* (фиг. 21, C. б.). Та часть зародыша, ко-

торая плотно прилегает къ бѣлку, называется щиткомъ (щ, фиг. 21, b, d, e). Щитокъ—это особымъ образомъ развившійся листъ, то-есть сѣменодоль зародыша. Но здѣсь сѣменодолей не двѣ, а одна. Слово *бѣлокъ* на языкѣ ботаниковъ, очевидно, имѣеть совершенно иной смыслъ, чѣмъ на языкѣ химиковъ: тамъ бѣлкомъ или бѣлковымъ веществомъ мы называемъ извѣстное вещество, здѣсь—извѣстный органъ сѣмени. Свойство бѣлка или его положеніе въ различныхъ сѣменахъ можетъ быть очень различно. У злаковъ, напримѣръ, онъ мучнистый; онъ-то и образуетъ главную массу муки, такъ какъ зародышъ сравнительно очень малъ. Зародышъ лежитъ въ сторонѣ и только своимъ щиткомъ прикасается къ бѣлку. У мака же, напримѣръ, зародышъ окруженъ со всѣхъ сторонъ бѣлкомъ, заключенъ въ него, и бѣлокъ этотъ не мучнистый, а жирный, маслянистый (см. фиг. 21, а. б—бѣлокъ, з — зародышъ). Наконецъ, въ кофейныхъ сѣменахъ главная часть состоитъ изъ твердаго, какъ рогъ, бѣлка, въ которомъ сбоку заключенъ очень маленькій зародышъ. Убѣдиться въ этомъ можно слѣдующимъ любопытнымъ опытомъ.



Фиг. 21.

Извѣстно, что кофейныя зерна въ томъ видѣ, въ какомъ они до насъ достигаютъ, уже утратили способность прорасти, такъ какъ они сохраняютъ ее только нѣсколько дней; но если вымочить ихъ въ кипяткѣ или еще лучше въ растворѣ ѣдкой щелочи, то увидимъ любопытное явленіе кажущагося прорастанія сѣмени, очевидно, мертваго. Черезъ часъ или даже полчаса изъ разрыва оболочки выступаетъ маленькій, снѣжно-бѣлый корешокъ и затѣмъ нерѣдко выталкивается наружу и весь маленькій зародышъ. Явленіе это не трудно объяснить:

твердый, какъ рогъ, бѣлокъ кофейнаго зерна отъ дѣйствія кипятка или щелочи размягчается, дѣлается очень упругимъ и, разбухая, выдавливаетъ наружу защемленный въ его щели зародышъ.

Итакъ, мы видимъ, что сѣмена бываютъ двоякаго рода: въ однихъ мы встрѣчаемъ очень развитыя, мясистыя сѣменодоли, въ другихъ—обильный мучнистый, маслянистый или болѣе твердый, роговой бѣлокъ. Какъ сѣменодоли во время прорастанія сморщиваются, уменьшаются въ своемъ объемѣ, такъ и бѣлокъ мало-по-малу уничтожается, какъ бы всасывается. Мы начинаемъ подозрѣвать, не находится ли эта убыль вещества—въ сѣменодолѣ или бѣлкѣ—въ связи съ прибылью его въ росткѣ, то-есть не совершается ли развитіе молодого растеньица на счетъ запаса пищи, отложенной въ сѣменодолѣ или въ бѣлкѣ. Но вѣдь и въ покоящемся сѣмени всѣ эти вещества присутствуютъ, почему же перемѣщеніе обнаруживается только во время прорастанія? Отвѣтъ на этотъ вопросъ будетъ вполне понятенъ, если мы вспомнимъ факты, съ которыми познакомились въ предшествовавшей бесѣдѣ. Питательныя вещества въ бѣлкѣ или сѣменодоляхъ находятся въ твердой или вообще нерастворимой формѣ. Вспомнимъ нашъ анализъ муки, то-есть измелченныхъ зеренъ. Мы тамъ нашли нерастворимый крахмалъ, нерастворимую же клейковину и масло. Все это вещества неподвижныя, неспособныя перемѣщаться изъ клѣточки въ клѣточку, да оно и понятно, иначе они не составляли бы запаса.

Такимъ образомъ въ сѣмени мы имѣемъ зародышъ, а въ известной его части, въ сѣменодоляхъ, или въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ нимъ, въ бѣлкѣ—запасъ питательныхъ веществъ въ неподвижной и, слѣдовательно, недоступной для него формѣ. Спрашивается: какимъ условіямъ должно удовлетворить для того, чтобы зародышъ могъ воспользоваться этими запасами, пустить въ оборотъ этотъ мертвый капиталъ?

Условія эти знакомы всякому. Нужна вода,—въ сухой почвѣ сѣмя не прорастаетъ; нужно тепло,—въ холодную весну посѣянное зерно не обнаруживаетъ слѣдовъ развитія, пока его не пригрѣетъ; наконецъ нуженъ воздухъ,—зерно, зарытое глу-

боко въ землю, можетъ пролежать какъ угодно долго, не давъ ростка.

Итакъ, вода, тепло и воздухъ—вотъ три основныя условія, которыя пробуждаютъ сѣмя къ жизни; рассмотримъ ихъ послѣдовательно одно за другимъ.

Прежде всего вода. Сѣмена всегда содержатъ очень мало воды *),—это одна изъ ихъ существенныхъ особенностей. Несухое сѣмя теряетъ свою главную способность—таить въ себѣ жизнь, будучи въ состояніи какого-то оцѣпенѣнія, и въ такомъ видѣ переживать зиму, цѣлые годы, десятки лѣтъ, даже столѣтія. Если сѣмя не сухо, его нельзя сохранять; въ сырую, мочливую осень мы не въ состояніи получить сѣмянъ,—они прорастаютъ въ снопахъ и даже на корнѣ. Главная причина покоя сѣмени заключается, слѣдовательно, въ отсутствіи воды. Дастимъ ему только воду и тотчасъ замѣтимъ пробужденіе дѣятельности. Сѣмя начинаетъ разбухать и разрываетъ оболочку, служившую ему защитой. Это всасываніе воды происходитъ обыкновенно съ значительною силой. Англійскій ученный Гельзъ уже въ началѣ восемнадцатаго столѣтія обращалъ вниманіе на это обстоятельство: онъ наполнялъ небольшой чугунокъ доверху горохомъ, смачивалъ его и прикрывалъ крышкой, которую нагружалъ все болѣе и болѣе значительнымъ грузомъ; такимъ образомъ онъ показалъ, что разбухающія сѣмена гороха въ состояніи поднять грузъ до 200 фунтовъ. Гофмейстеръ показалъ, что при подобныхъ условіяхъ разбухающія сѣмена оказываютъ на стѣнки сосуда давленіе въ нѣсколько атмосферъ. Этимъ свойствомъ сѣмянъ, какъ извѣстно, пользуются анатомы, когда желаютъ расчленивъ кости черепа: полость черепа наполняютъ горохомъ, который затѣмъ смачиваютъ; вслѣдствіе сильнаго и равномернаго распредѣленнаго по всей внутренней поверхности давленія кости черепа раздвигаются по швамъ. Такого механическаго дѣйствія воды на сѣмена; она помогаетъ имъ сбросить ненужную болѣе оболочку и преодолѣть сопротивленіе окружающихъ частицъ почвы. Но еще важнѣе химическое дѣйствіе воды;

*) См. таблицу на стр. 42.

безъ нея не можетъ произойти растворенія, а слѣдовательно и перемѣщенія запасовъ питательныхъ веществъ. Однако для этого недостаточно одной воды, такъ какъ всѣ эти вещества, какъ мы видѣли, нерастворимы въ водѣ; чтобы сдѣлаться таковыми, они должны предварительно измѣниться, превратиться въ другія вещества. Крахмалъ, напримѣръ, сдѣлался бы растворимымъ въ водѣ, если бы онъ превратился въ сахаръ, въ глюкозу. Такое превращеніе возможно, — на немъ основано, какъ мы видѣли, приготовленіе картофельной патоки, и такое превращеніе существуетъ въ дѣйствительности, какъ въ этомъ легко убѣдиться. Стоитъ раскусить простое ячменное зерно и потомъ зерно солода, т. е. проросшаго ячменя, и мы убѣдимся, что первое безвкусно, а второе сладко на вкусъ. Но, можетъ быть, вкусъ насъ обманываетъ; въ такомъ случаѣ мы можемъ обратиться къ средству, указанному въ предшествовавшемъ чтеніи; мы видѣли, что синяя жидкость (реактивъ Фелинга) съ глюкозой даетъ ярко - красный осадокъ. Беремъ водяной настой солода, прибавляемъ реактива Фелинга и получаемъ красный осадокъ. Вырѣзываемъ тонкій ломтикъ изъ проросшаго зерна, кладемъ его подъ микроскопъ, прибавляемъ каплю того же реактива и получаемъ въ клѣточкахъ красное окрашиваніе. Такимъ образомъ, и вкусъ и болѣе точный пріемъ химическихъ реакцій убѣждаютъ насъ, что въ проросшемъ зернѣ появляется сахаръ, глюкоза. Но справедливо ли, что этотъ сахаръ образованъ изъ крахмала? Отвѣтъ на это даютъ количественный анализъ и микроскопическое наблюденіе. Первый показываетъ, что, по мѣрѣ прорастанія сѣмени, количество крахмала въ немъ уменьшается; второе обнаруживаетъ измѣненіе крахмальныхъ зеренъ: они теряютъ свою характеристическую форму, дѣлаются какъ бы обглоданными, иногда распадаются на куски, какъ бы таютъ, — однимъ словомъ, исчезаютъ, растворяются.

Постараемся теперь объяснить, почему, какимъ образомъ происходитъ это превращеніе крахмала въ сахаръ. Искусственно мы его можемъ вызвать, дѣйствуя сѣрною кислотой, какъ при полученіи картофельной патоки; но въ сѣмени неоткуда взяться свободной сѣрной кислотѣ. Зато въ сѣмени злаковъ въ періодъ прорастанія появляется особое вещество — *диастазъ*,

оказывающее на крахмалъ совершенно сходное дѣйствіе. *Диастазъ* можетъ служить представителемъ цѣлой группы веществъ, получившихъ общее названіе ферментовъ. Подъ ферментомъ вообще разумѣютъ такое вещество, которое, будучи употреблено, обыкновенно, въ ничтожномъ количествѣ, въ состояніи вызвать химическое превращеніе другихъ веществъ. Такихъ ферментовъ существуетъ очень много. Такъ, напримѣръ, горькій миндаль самъ по себѣ почти не имѣетъ характеристическаго миндального запаха и вкуса; то и другое появляется въ немъ вслѣдствіе дѣйствія фермента, который начинаетъ дѣйствовать, когда сѣмя придетъ въ прикосновеніе съ водой. Сѣмена горчицы не имѣли бы остраго запаха и вкуса, если бы въ нихъ не было фермента *мирозина*, который при содѣйствіи воды разлагаетъ одно, находящееся въ нихъ, вещество (соль такъ называемой *мироновой* кислоты) и выдѣляетъ изъ него острое летучее *горчичное* масло. Въ существованіи этого явленія можно убѣдиться при помощи весьма любопытнаго опыта. Въ аптекахъ иногда продаютъ горчичникъ, состоящій изъ двухъ листочковъ бумаги, которые нужно наложить одинъ на другой и затѣмъ смочить водой. Каждый листочекъ порознь не образуетъ горчичника, но, какъ только они придутъ въ прикосновеніе, развивается характеристическій острый запахъ горчицы. Это потому, что одинъ листочекъ смазанъ ферментомъ, а другой — веществомъ, на которое дѣйствуетъ ферментъ, и вліяніе фермента обнаруживается только при смачиваніи. Приведенные примѣры достаточно выясняютъ дѣйствіе растительныхъ ферментовъ. Таково же и дѣйствіе *диастаза*, который легко получить изъ настоя солода, т.-е. проросшихъ хлѣбныхъ зеренъ. Одной части этого діастаза, растворенной въ водѣ, достаточно, чтобы превратить въ сахаръ тысячу и болѣе частей крахмала, и притомъ чѣмъ теплѣе жидкость, тѣмъ быстрѣе идетъ это превращеніе.

Такимъ образомъ, питаніе зародыша сѣмени на счетъ крахмала, отложеннаго въ его бѣлкѣ или сѣменодоляхъ, становится вполне понятнымъ. Любопытно, что этотъ процессъ совершенно сходенъ съ тѣмъ, который происходитъ при питаніи животнаго организма. Въ слюнѣ, въ желудочномъ сокѣ и дру-

гихъ выдѣленіяхъ пищеваго канала находятся ферменты, подобно *диастазу*, превращающіе крахмалъ въ сахаръ. Въ этомъ не трудно убѣдиться,—стоитъ подолѣе пососать кусокъ бѣлаго хлѣба, чтобы замѣтить, что онъ сдѣлается сладковатымъ на вкусъ. Слѣдовательно и животныя, и зародышъ растенія могутъ воспользоваться нерастворимымъ крахмаломъ, только предварительно превративъ его въ растворимый сахаръ.

Сходное явленіе должно совершаться и въ такихъ сѣменахъ, которыя имѣютъ твердый роговой бѣлокъ, какъ, напримѣръ, зерна кофе, косточки финика. Это свойство бѣлка зависитъ отъ очень толстыхъ стѣнокъ изъ клѣтчатки. Во время прорастанія клѣтчатка эта растворяется и служитъ для питанія зародыша. Раствореніе это заставляло предположить существованіе особаго фермента, который и былъ найденъ.

Переходимъ ко второй группѣ запасныхъ веществъ—къ бѣлковымъ веществамъ. Въ хлѣбныхъ зернахъ, въ мукѣ, какъ мы видѣли, они представлены нерастворимою и слѣдовательно неподвижною *клейковиной*, но даже и растворимый бѣлокъ, какъ, напримѣръ, бѣлокъ куриныхъ яицъ или растительный бѣлокъ, неподвиженъ, потому что онъ — *коллоидъ*, т.-е. вещество, не проходящее черезъ перепонки. Для того, чтобы сдѣлаться подвижнымъ, быть въ состояніи проникать изъ клѣточки въ клѣточку и такимъ образомъ служить для питанія растеній, бѣлковое вещество должно претерпѣть измѣненіе, сходное съ превращеніемъ крахмала въ глюкозу.

Знакомство съ явленіями питанія въ животномъ организмѣ и на этотъ разъ послужить намъ ключомъ для разъясненія явленій, совершающихся въ прорастающемъ сѣмени. Въ желудочномъ сокѣ существуетъ ферментъ — *пепсинъ*, обладающій способностью, при содѣйствіи нѣсколькихъ капель кислоты, переводить въ растворимое состояніе нерастворимые бѣлки, какъ, напримѣръ, бѣлокъ крутыхъ яицъ или варенаго мяса. При этомъ онъ превращаетъ ихъ въ такъ называемые *пептоны*. Пептоны не только растворимы въ водѣ, но, сверхъ того, обладаютъ способностью проникать черезъ животныя и растительныя перепонки. Въ растительномъ мірѣ долгое время не было извѣстно ничего подобнаго, и потому передвиженіе бѣл-

ковыхъ веществъ оставалось непонятнымъ, но позднѣе, почти одновременно съ совершенно различныхъ сторонъ, появились факты, доказывающіе существованіе подобныхъ превращеній бѣлкового вещества и въ растительномъ организмѣ.

Уже въ прошломъ столѣтіи было указано на существованіе растенія мухоловки, которое своими раздражительными листьями схватываетъ прилетающихъ на него насѣкомыхъ и затѣмъ употребляетъ ихъ въ пищу, но фактъ этотъ не былъ оцѣненъ по достоинству, возбудилъ даже сомнѣнія скептиковъ и подвергся бы забвенію, если бы на него не обратилъ вновь вниманія Дарвинъ. Дарвинъ значительно увеличилъ списокъ этихъ *плотоядныхъ* растеній и познакомилъ ботаниковъ съ любопытными подробностями ихъ отправленій. Отлагая до одной изъ послѣдующихъ бесѣдъ описаніе механической стороны этихъ явленій, мы остановимся здѣсь на нихъ, какъ на примѣрѣ, показывающемъ, что растеніе способно принимать въ пищу нерастворимый бѣлокъ. Всего лучше эти явленія растительнаго пищеваренія изучены Дарвиномъ надъ росянкой, растеніемъ довольно обыкновеннымъ на нашихъ болотахъ. Слизь, выдѣляемая волосками, которыми усыяны листья этого растенія и которые улавливаютъ насѣкомыхъ, содержитъ вещество, повидимому сходное съ пепсиномъ. Къ этому веществу, во время раздраженія волосковъ, присоединяется кислота, и тогда оно получаетъ способность, подобно желудочному соку, растворять бѣлокъ. Какъ насѣкомыя, попадающія на эти листья при естественныхъ условіяхъ, такъ и куски яичнаго бѣлка или мяса, доставляемые листьямъ при искусственныхъ опытахъ, растворяются и поглощаются растеніемъ. Эти опыты, доказывающіе возможность питанія на счетъ нерастворимыхъ бѣлковыхъ веществъ, побудили ученыхъ искать и въ прорастающихъ сѣменахъ ферменты, подобные пепсину. Открытіе ихъ не замедлило; ферменты эти были найдены сначала въ бобовыхъ растеніяхъ, а затѣмъ и въ другихъ—въ коноплѣ, въ льнѣ и, наконецъ, въ ячменномъ солодѣ. Въ особенности любопытенъ ферментъ, найденный въ млечномъ сокѣ такъ называемаго дыннаго дерева (*Carica papaya*) и дѣйствующій подобно желудочному соку. Слѣдовательно и питаніе зародыша на счетъ

запасовъ бѣлка становится понятнымъ: пепсинообразный ферментъ, развивающійся во время прорастанія, дѣйствуетъ на крахмалъ, т.-е. переводить въ растворимую, подвижную форму. Часть бѣлковыхъ веществъ, во время прорастанія, сверхъ того претерпѣваетъ еще болѣе глубокое измѣненіе, превращаясь въ тѣла, способныя кристаллизоваться,—въ кристаллоиды, подвижность которыхъ еще болѣе значительна.

Такимъ образомъ зародышъ, напримѣръ, злаковаго растенія питается не только тѣмъ же крахмаломъ, тою же клейковиной, которую употребляемъ въ пищу и мы, когда ѣдимъ хлѣбъ, но даже и перевариваетъ ихъ подобнымъ же образомъ, обрабатывая ихъ сходными ферментами и превращая въ глюкозу и пептоны. Менѣе удовлетворительны наши свѣдѣнія относительно питанія на счетъ запасовъ маслянистыхъ веществъ, но и въ этомъ отношеніи имѣются нѣкоторыя указанія. Масла, какъ таковыя, вообще, неспособны проникать черезъ смоченныя водой стѣнки клѣточекъ. Но масло представляетъ намъ соединеніе такъ называемыхъ жирныхъ кислотъ съ веществомъ, легко растворимымъ въ водѣ, съ глицериномъ, и существуютъ факты, позволяющіе допустить предположеніе, что во время прорастанія обнаруживается подобное распаденіе масла на составляющую его кислоту и глицеринъ, также при содѣйствіи особаго фермента. Сверхъ того, извѣстно, что присутствіе свободной жирной кислоты много способствуетъ раздробленію капелекъ масла въ водѣ и образованію такъ называемыхъ эмульсій, т.-е. тѣхъ бѣлыхъ, содержащихъ масло, жидкостей, которыя мы называемъ молокомъ, какъ, напримѣръ, молоко коровье, миндальное, маковое и проч. Это образованіе эмульсии играетъ важную роль въ питаніи животнаго организма; весьма возможно, что оно играетъ нѣкоторую роль и въ питаніи зародыша жирныхъ, маслянистыхъ сѣмянъ.

Первая сторона явленія питанія молодого ростка нами выяснена. Неподвижный запасный матеріалъ, подъ вліяніемъ воды и ферментовъ, пускается въ оборотъ, становится доступнымъ для ростка; и мы можемъ непосредственно доказать, что развитіе зародыша идетъ на счетъ этихъ запасовъ. Въ сѣменахъ бобовыхъ растеній стоитъ отрѣзать сѣменодоли, чтобы

прекратить дальнѣйшее развитіе зародыша, хотя бы его корешокъ и стебелекъ уже были немного развиты. И не слѣдуетъ думать, что остановка въ развитіи зародыша вызвана его раненіемъ; напротивъ, опытъ показалъ, что зародышъ обладаетъ значительною степенью живучести. Мы его можемъ рѣзать на части вдоль и поперекъ, и каждая часть, если только она находится въ связи съ сѣменодолью, заключающею запасъ пищи, будетъ развиваться. Даже если мы отрѣжемъ корешокъ, а оставимъ перышко въ связи съ сѣменодолью, то стебелекъ разовьется быстрѣе, чѣмъ у цѣлаго зародыша, и наоборотъ: если мы отрѣжемъ стебелевую почку, а корешокъ оставимъ въ связи съ сѣменодолью, то онъ разовьется сильнѣе, чѣмъ у неповрежденнаго зародыша. Оно и понятно: въ этомъ случаѣ одинъ изъ двухъ органовъ пользуется запасомъ пищи, приготовленнымъ для обоихъ. Въ сѣменахъ бѣлковыхъ, зародышъ не находится въ органической связи съ своимъ источникомъ пищи—съ бѣлкомъ: онъ или плотно прикладывается къ нему, или окруженъ имъ, но и въ томъ и въ другомъ случаѣ можетъ быть отдѣленъ отъ него, не претерпѣвая никакого поврежденія; потому-то бѣлковыя сѣмена доставляютъ намъ наиболѣе удобный предметъ для изученія явленій питанія зародыша. У злаковъ бѣлокъ, первоначально сухой, мучнистый, во время прорастанія разжижается, дѣлается похожимъ на кашу или молоко. Между тѣмъ наружныя кѣлочки той части зародыша, которою онъ прислоненъ къ бѣлку и которую мы называли щиткомъ (см. фиг. 21, b, c, d, e,—щ.), врастаютъ, въ видѣ сосочковъ или ворсинокъ, въ размягчившійся бѣлокъ и сосутъ его питательный растворъ. Зародышъ гречихи и многихъ другихъ растений находится въ еще болѣе благоприятныхъ условіяхъ: онъ весь купается въ полужидкой массѣ бѣлка и слѣдовательно всею своею поверхностью сосетъ питательныя вещества. Если въ это время отдѣлить зародышъ отъ бѣлка, то его развитіе прекратится, и наоборотъ: его развитіе можно поддерживать искусственно, если, отдѣливъ отъ бѣлка, заключить его въ комочекъ тѣста, приготовленнаго изъ муки или крахмала. Не только успѣшное развитіе зародыша покажетъ намъ, что онъ питается этимъ тѣстомъ, но мы можемъ непо-

средственно убѣдиться, что соприкасающіяся съ нимъ зерна крахмала обнаружатъ явные слѣды разрушенія, они будутъ изглоданы, высосаны имъ.

Мы уже нѣсколько разъ употребляли выраженіе: зародышъ высасываетъ питательныя вещества изъ сѣменодолей или бѣлка, но, очевидно, это выраженіе только метафорическое, и перемѣщеніе питательныхъ веществъ въ зародышъ слѣдуетъ объяснить на основаніи общихъ явленій диффузіи, съ которыми мы ознакомились въ предшествовавшей лекціи. Въ самомъ дѣлѣ, мы видѣли, что всѣ питательныя вещества принимаютъ во время прорастанія растворимую форму, а эти растворы, согласно законамъ диффузіи, должны равномерно распредѣлиться во всѣхъ частяхъ сѣмени, въ томъ числѣ и въ зародышѣ. Но этимъ равномернымъ распредѣленіемъ, этимъ равномернымъ и ограничится роль диффузіи. Что же вновь нарушитъ это равновѣсіе, такъ сказать, перемѣститъ центръ тяжести изъ бѣлка въ зародышъ? Чѣмъ объяснимъ мы это перемѣщеніе вещества изъ бѣлка въ зародышъ? Да опять тѣмъ же, чѣмъ мы объяснили въ прошлой бесѣдѣ поступленіе желѣзной соли изъ наружнаго сосуда въ нашу искусственную клѣточку, то-есть обратнымъ переходомъ въ нерастворимое состояніе. Въ зародышѣ растворы, въ него поступившіе, будутъ затрачены на образовательную дѣятельность его клѣточекъ, на развитіе новыхъ органовъ. Растворимый углеводъ, глюкоза, превратится въ нерастворимый углеводъ — клѣтчатку, въ стѣнку вновь появляющихся клѣточекъ ростка; растворимые и диффундирующіе бѣлки превратятся въ не растворимую и не диффундирующую протоплазму этихъ клѣточекъ. А это превращеніе, какъ мы знаемъ, вызоветъ поступленіе въ зародышъ новыхъ количествъ глюкозы и такъ далѣе. Это раствореніе и осажденіе веществъ въ росткѣ, эта какъ бы перегонка вещества изъ одной части сѣмени въ другую будетъ продолжаться, пока они будутъ въ прикосновеніи. Представимъ себѣ, что два лица стоворились бы отъ времени до времени дѣлить поровну свое движимое имущество; представимъ себѣ далѣе, что одно лицо имѣло бы неосторожность постоянно превращать часть своего недвижимого въ движимое, а другое, наоборотъ, превращало бы часть

своего движимаго въ недвижимое имущество. Въ результатѣ оказалось бы, что все имущество перваго перешло бы въ карманъ второго. Послѣдній высосалъ бы все имущество перваго. Точно такимъ же образомъ и зародышъ высасываетъ пищу изъ бѣлка и сѣменодолей. Онъ всасываетъ пищу потому, что развивается, и развивается потому, что всасываетъ пищу, — причина и слѣдствіе здѣсь находятся въ тѣсной взаимной связи, какъ во всякомъ жизненномъ отнравленіи.

Итакъ, мы видимъ, что въ основѣ явленій питанія зародыша лежатъ тѣ же общія явленія диффузіи и превращенія, которыми мы объяснили въ предшествовавшей лекціи питаніе клѣтки, да иначе и быть не можетъ, такъ какъ жизнь зародыша складывается изъ жизней составляющихъ его клѣточекъ.

До сихъ поръ мы успѣли убѣдиться, что, во время прорастанія, въ сѣмени происходитъ только перемѣщеніе вещества изъ одного органа въ другой. Несмотря на кажущееся увеличеніе размѣровъ, несмотря на ростъ молодого растеньица, въ немъ за это время не наблюдается дѣйствительнаго прироста, то-есть увеличенія массы вещества, какъ въ этомъ можно убѣдиться взвѣшиваніемъ сѣмени и ростка. Но простого взвѣшиванія для этого было бы недостаточно; если мы просто взвѣсимъ сначала сѣмя, а потомъ его ростокъ, то послѣдній всегда будетъ тяжелѣе, и это нетрудно понять. Мы видѣли, что различныя части растенія содержатъ весьма различныя количества воды, — въ сѣмянахъ ея мало, въ цѣломъ растеніи довольно много *). Во время прорастанія, сначала все сѣмя, позднѣе корешокъ всасываютъ воду, и этимъ можно объяснить прибыль въ вѣсѣ. Если же мы предварительно высушимъ и сѣмя, и молодое растеніе до ста градусовъ, то-есть опредѣлимъ ихъ сухой вѣсъ, то убѣдимся, что во время прорастанія, растеніе, несмотря на увеличеніе размѣровъ, значительно потеряло въ вѣсѣ. Рождается вопросъ, куда же дѣлось это вещество? Ни твердыхъ, ни жидкихъ отдѣленій какъ у животныхъ, мы, обык-

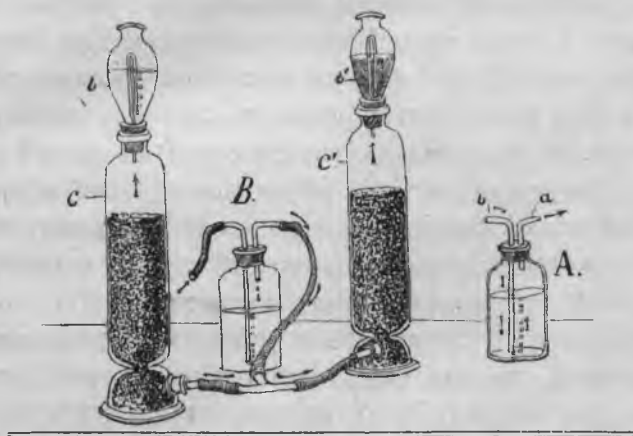
*) См. таблицу анализовъ на стр. 42.

новенно, не замѣчаемъ, и, во всякомъ случаѣ, если бы они были, мы можемъ ихъ принять въ расчетъ и тогда убѣдимся, что они далеко не равняются всей потерѣ вѣса. Остается допустить, что сѣмя теряетъ газообразные продукты, что часть его улетучивается въ воздухъ.

Это предположеніе прямо приводитъ насъ къ разсмотрѣнію второго изъ трехъ указанныхъ условій прорастанія, къ разсмотрѣнію значенія воздуха. Воздухъ, какъ мы знаемъ, состоитъ изъ кислорода и азота; опытъ прямо указываетъ, что сѣмени нуженъ именно кислородъ. Сѣмя, глубоко зарытое въ почву или находящееся подъ водою, которая не возобновляется, не прорастаетъ; но оно одинаково не прорастаетъ, или проросши, останавливается въ развитіи, если будетъ окружено воздухомъ, лишеннымъ кислорода. Несомнѣнно, ему нуженъ кислородъ. Но въ чемъ же заключается дѣйствіе этого кислорода? Не трудно доказать, что онъ поглощается сѣменемъ. Кислородъ поддерживаетъ горѣніе; въ отсутствіи его горящія тѣла гаснутъ. Слѣдовательно, если прорастающія сѣмена поглощаютъ кислородъ, то, оставивъ ихъ нѣкоторое время въ присутствіи ограниченаго объема воздуха мы лишимъ этотъ воздухъ кислорода и сдѣлаемъ его непригоднымъ для поддержанія горѣнія. На дно этой стеклянки съ широкимъ горломъ, плотно закрытой стеклянною пробкой, часовъ десять тому назадъ насыпали прорастающія сѣмена; я открываю ее и ввожу въ нее горящую лучину: она мгновенно гаснетъ, — очевидно, воздухъ въ этой стеклянкѣ уже не содержитъ кислорода. Кислородъ этотъ поглощенъ сѣменами.

Увидавъ, сколько сходнаго въ явленіяхъ питанія сѣмени и животнаго, мы въ правѣ возбудить вопросъ, не будетъ ли сѣмя употреблять и кислородъ воздуха для той же цѣли, для которой онъ служитъ животному? Не будетъ ли онъ служить ему для дыханія? Дыханіе, какъ вамъ, конечно, извѣстно, — въ основѣ, то же горѣніе. Мы вдыхаемъ кислородъ; онъ разносится кровью во всѣ концы тѣла, окисляетъ, сжигаетъ часть его углерода и водорода и выдѣляетъ ихъ въ видѣ углекислоты и воды. Въ этомъ легко убѣдиться слѣдующимъ простымъ опытомъ, который показываетъ, что газъ, вдыхаемый и выды-

хаемый нами, различень, и что послѣдній содержитъ углекислоту. Для отличія углекислоты отъ другихъ газовъ пользуются слѣдующими двумя признаками. Если пропускать углекислоту чрезъ известковую воду, то-есть воду, въ которой растворена ѣдкая известь, кипѣлка, то эта совершенно прозрачная вода мутится, осаждаеть изъ себя мѣль, то-есть углекислую известь, соединеніе извести съ углекислотой. Я беру стеклянку (фиг. 22, А), въ которую чрезъ пробку пропущены двѣ колѣнчатыя трубки; одна погружена концомъ въ известковую воду, другая, болѣе короткая, не достигаетъ до уровня жидкости. Сначала беру въ ротъ короткую (а) трубку и тяну въ себя воздухъ; чрезъ



Фиг. 22.

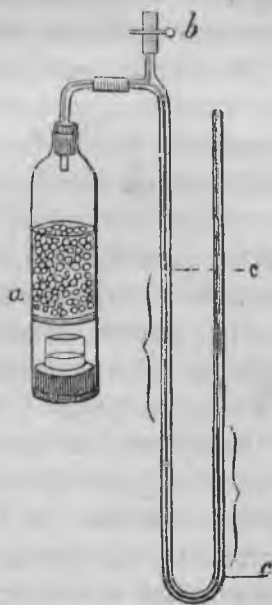
другую, длинную, трубку наружный воздухъ пузырьками проходитъ чрезъ жидкость, но она не мутится. Поворачиваю стеклянку, беру въ ротъ кончикъ длинной трубки (b) и выдыхаю изъ себя воздухъ; онъ снова проходитъ пузырьками чрезъ жидкость, но на этотъ разъ она тотчасъ же мутится. Чтобы доказать, что упавшій на дно бѣлый осадокъ дѣйствительно мѣль и что онъ содержитъ углекислоту, прибавляю нѣсколько капель уксусу,—осадокъ съ шипѣніемъ растворяется, и эти шипящіе пузырьки газа не что иное какъ углекислота, которую я только что выдохнулъ.

Другая проба на углекислоту заключается въ слѣдующемъ. Всѣ такъ называемыя ѣдкія щелочи жадно поглощаютъ угле-

кислоту. Беру съ одного конца открытую стеклянную трубку, содержащую углекислоту, и, заткнувъ отверстие пальцемъ, погружаю его въ сосудъ съ растворомъ щелочи. Какъ только я отниму палецъ, которымъ заткнуто отверстие, жидкость быстро поднимается въ трубкѣ и, наконецъ, наполняетъ ее; заключенная въ ней углекислота исчезла, то-есть поглотилась жидкостью.

Имѣя средства узнавать присутствіе углекислоты, мы можемъ теперь вернуться къ вопросу, дышатъ ли прорастающія сѣмена. Первую половину вопроса мы уже разрѣшили; мы видѣли, что они не могутъ обойтись безъ кислорода и что они его поглощаютъ; остается показать, что они выдѣляютъ углекислоту взаимѣнъ поглощеннаго кислорода. Для наглядности дадимъ опыту такую форму. Струя обыкновеннаго воздуха вгоняется (все равно какимъ образомъ, это уже техническая подробность, не касающаяся сущности опыта) въ средній сосудъ (фиг. 22, В) черезъ отверстие (обозначенное стрѣлкой) и, проходя пузырьками черезъ растворъ ѣдкой щелочи, оставляетъ тамъ тѣ слѣды углекислоты, которые находятся во всякомъ воздухѣ, тѣмъ болѣе въ залѣ, въ которой дышатъ много людей. Изъ этого сосуда струя воздуха, уже лишенная углекислоты, расходится на двѣ стороны и, проходя (какъ показано на рисункѣ стрѣлками) чрезъ два сосуда (с и с'), въ каждомъ изъ нихъ выходитъ наружу пузырьками чрезъ известковую воду, налитую въ воронкахъ (b и b') на верху обоихъ приборовъ. Оба прибора совершенно одинаковы, чрезъ нихъ прогоняется струя того же воздуха, только въ правомъ (с') насыпанъ слой живыхъ, проросшихъ конопляныхъ сѣмянъ или гороха, а въ лѣвомъ тѣхъ же проросшихъ сѣмянъ, но предварительно убитыхъ, отравленныхъ сулемой. Проходящій чрезъ приборы воздухъ постоянно обмываетъ поверхность сѣмянъ и проходитъ чрезъ жидкость въ воронкахъ b и b'. Вы уже видите, какая обнаруживается разница: между тѣмъ какъ въ воронкѣ лѣваго сосуда жидкость сохраняетъ свою прозрачность, въ правомъ—она уже замутилась, приняла молочный видъ; черезъ нѣсколько минутъ въ ней образуется обильный осадокъ мѣла. Ясно, что воздухъ, прошедшій черезъ слой живыхъ проросшихъ сѣмянъ, содержитъ углекислоту. Итакъ,

сѣмена поглощаютъ кислородъ и выдѣляютъ углекислоту. Остается показать, что эти два процесса находятся въ связи, то-есть что углекислота выдѣляется взамѣнъ поглощеннаго кислорода. Это мы можемъ увидѣть изъ слѣдующаго опыта, который въ то же время намъ дастъ возможность судить объ энергичности этого процесса дыханія. Стеклянный колоколъ *a* (фиг. 23) раздѣленъ проволоочною сѣткой на двѣ части; въ верхней насыпаны проросшія сѣмена конопли, въ нижней, замкнутой каучуковою пробкой, номѣщается маленькій стаканчикъ съ растворомъ ѣдкой щелочи. Верхнее отверстіе колокола также заткнуто каучуковою пробкой съ колѣнчатою, такъ называемою манометрическою, трубкой, заключающею столбъ подкрашенной жидкости и снабженною при *b* зажимнымъ краномъ. Кранъ этотъ открыть для того, чтобы воздухъ внутри и снаружи прибора былъ въ равновѣсіи. Стоитъ только закрыть этотъ кранъ, и столбъ цвѣтной жидкости начнетъ подыматься въ лѣвомъ колѣнѣ манометра и падать въ правомъ, такъ что очень скоро уровень ея будетъ въ одномъ при *c*, въ другомъ при *c'*. Смыслъ этого опыта легко понять: сѣмена въ верхней части сосуда выдѣляютъ углекислоту, которая, какъ мы знаемъ, жадно поглощается ѣдкою щелочью, находящуюся въ стаканчикѣ подъ ними; вслѣдствіе этого во всемъ приборѣ происходитъ уменьшеніе объема воздуха, обнаруживаемое поднятіемъ столба жидкости въ лѣвомъ колѣнѣ манометра. Этотъ опытъ намъ прямо показываетъ, что углекислота является взамѣнъ другого, поглощаемаго сѣменами газа, потому что если бы углекислота только *присоединялась* къ воздуху, заключенному въ приборѣ, то вышло бы одно изъ двухъ: или объемъ воздуха въ приборѣ увеличивался бы, или онъ оставался бы неизмѣннымъ (предполагая, что углекислота поглощалась бы ѣдкою щелочью по



Фиг. 23.

мѣръ выдѣленія). Уменьшеніе въ объемѣ зависитъ отъ того, что кислородъ поглощается сѣменами и на мѣсто его выдѣляется обыкновенно равный объемъ углекислоты, поглощаемой жидкою щелочью; при этомъ условіи, оно одновременно служитъ мѣрой вдыханія кислорода и выдыханія углекислоты. Поднятіе столба жидкости идетъ такъ быстро, что мнѣ придется нѣсколько разъ въ теченіе лекціи открывать этотъ кранъ (b) и приводить подкрашенную жидкость къ одному уровню. Это постоянное движеніе манометрической жидкости обнаруживаетъ намъ беззвучное, невидимое, ускользающее отъ слуха и глаза, но тѣмъ не менѣе довольно энергичное дыханіе сѣмени.

Новѣйшія изслѣдованія показываютъ, что въ тѣсной связи съ дыханіемъ, повидимому, находится уже знакомое намъ образованіе ферментовъ, именно діастаза. Когда разбухшія въ водѣ сѣмена заключали въ сосудѣ, наполненный вмѣсто воздуха водородомъ, они не развивались далѣе и въ нихъ нельзя было найти діастазы, между тѣмъ какъ такія же сѣмена, оставленные въ прикосновеніи съ воздухомъ, дали ростки, сохранившіе діастазу. Такимъ образомъ, намъ становится понятнымъ одно изъ ближайшихъ послѣдствій дыханія, пробуждающаго растенія къ жизни.

Фактъ дыханія даетъ намъ объясненіе для той постоянной потери въ вѣсѣ сухого вещества, который заставилъ насъ обратить вниманіе на отношеніе сѣмени къ воздуху. Дыханіе есть постоянное медленное сжиганіе углерода и водорода органическаго вещества; и дѣйствительно, сравнивая элементарный анализъ сѣмени и происшедшаго изъ него ростка, мы можемъ убѣдиться, что убыль въ вѣсѣ приходится именно на долю этихъ элементовъ, между тѣмъ какъ количество азота остается неизмѣннымъ.

Убѣдившись, что въ прорастающемъ сѣмени совершается въ существенныхъ чертахъ такой же процессъ дыханія, какъ и въ животномъ организмѣ, мы въ правѣ сдѣлать еще шагъ далѣе и спросить: не сопровождается ли этотъ процессъ въ растительномъ организмѣ тѣми же послѣдствіями, какъ и въ животномъ? Дыханіе, будучи въ сущности медленнымъ горѣніемъ, поддер-

живаешь температуру животного, согреваетъ его; не будетъ ли оно согревать и молодое зачаточное растеніе, доставляя ему необходимую для развитія теплоту? Этотъ вопросъ приводитъ насъ къ разсмотрѣнію послѣдняго изъ трехъ условій, отъ которыхъ зависитъ прорастаніе, — къ разсмотрѣнію вліянія теплоты.

Не только точный опытъ, но даже сравнительно грубое наблюденіе убѣждаютъ, что во время прорастанія, очевидно, вслѣдствіе дыханія, сѣмена замѣтно нагрѣваются. Такъ, уже давно замѣчено, что когда приготавливаютъ солодъ, кучи проросшихъ ячменныхъ зеренъ до того нагрѣваются, что безъ помощи термометра, прямо погружая руку, можно обнаружить развивающуюся теплоту. Бывали случаи, что согревшія сѣмена подвергались самовозгоранію, но здѣсь къ нормальнымъ жизненнымъ отправленіямъ присоединяются еще процессы гніенія и тлѣнія, то-есть жизнь микроорганизмовъ. Въ болѣе точныхъ опытахъ, гдѣ по возможности старались устранять эти источники погрѣшности, можно было обнаружить повышение на 4, на 10 и болѣе градусовъ надъ температурой окружающей среды. Это нагрѣваніе, очевидно, должно быть полезно для развивающагося ростка, такъ какъ какъ многочисленныя наблюденія земледѣльцевъ и болѣе точные опыты ботаниковъ показали, что быстрота прорастанія, то-есть первое появленіе корешка, а затѣмъ дальнѣйшій ростъ зародыша находятся въ прямой зависимости отъ температуры и притомъ для различныхъ растеній существуютъ различные предѣлы, при которыхъ прекращается возможность прорастанія. Для очень многихъ растеній можно указать низшую температуру, при которой оно начинаетъ прорастать, и высшую, при которой оно опять утрачиваетъ эту способность; между этими предѣлами быстрота прорастанія возрастаетъ до извѣстной температуры и затѣмъ начинаетъ уменьшаться. Такимъ образомъ мы отличаемъ три температуры: *низшую* и *высшую*, составляющія предѣлы возможнаго прорастанія, и *лучшую*, когда процессъ идетъ всего успѣшнѣе, то-есть быстрѣе. Такъ, напримѣръ, наши хлѣбные злаки пачинають обыкновенно прорастать при двухъ-трехъ градусахъ выше нуля, и чѣмъ выше, тѣмъ быстрѣе, но, начиная съ 15—16 R., процессъ этотъ вновь замедляется и около

30° почти прекращается. Долгое время полагали, что при 0°, то-есть при температурѣ замерзанія воды, всякая жизнь, слѣдовательно и прорастаніе невозможны, но не такъ давно сдѣлано любопытное наблюденіе, что сѣмена могутъ прорасти даже во льду. Сдѣланъ былъ слѣдующій опытъ: въ кускѣ льда выдолбленъ желобокъ, въ этотъ желобокъ положены сѣмена и покрыты другимъ кускомъ льда; все помѣщено въ ящикъ, окруженный еще слоемъ льда въ аршинъ толщиной, и въ январѣ и въ мартѣ вынесено на погребъ. Черезъ два мѣсяца, то-есть въ мартѣ и маѣ, сѣмена самыхъ разнообразныхъ растений: пшеницы, ржи, гороха, капусты, горчицы,—были найдены приросшими; ихъ тонкіе корешки пронизывали толщу льда. Этотъ странный, неожиданный, но вполне достовѣрный опытъ, равно какъ и подобные же факты, касающіеся цвѣтенія нѣкоторыхъ альпійскихъ растений, распускающихся среди снѣга, по всей вѣроятности должно объяснить теплотою, развиваемою дыханіемъ растенія и способною растаять ледъ въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ растеніемъ. Вообще считали невозможной никакую жизнь при 0°, между прочимъ на томъ основаніи, что вода при этой температурѣ должна замерзать; но это не вѣрно, такъ какъ извѣстно, что вода можетъ не замерзать и при температурахъ ниже 0°, такъ, напримѣръ, въ очень узкихъ, волосныхъ трубкахъ она не замерзаетъ и при —10°. Такимъ образомъ мы видимъ, что прорастаніе и вообще жизненные процессы могутъ совершаться только въ довольно тѣсныхъ предѣлахъ, отъ 0 до 40°. Эти предѣлы, впрочемъ, не касаются покоящагося сѣмени. Благодаря отсутствію въ немъ воды, благодаря его сухости, оно въ состояніи выносить безъ вреда гораздо болѣе рѣзкія крайности температуры. Въ этомъ состояніи его можно подвергать, съ одной стороны, 100—120 градусамъ тепла, а съ другой—низкимъ температурамъ, получаемымъ при помощи жидкаго воздуха, не лишая его способности прорасти. Значитъ, покоящееся сѣмя отличается значительною выносливостью относительно температуры, и въ этомъ заключается одно изъ его важныхъ свойствъ.

Таково значеніе этого третьяго фактора, обуславливающаго прорастаніе, то-есть тепла. Не слѣдуетъ думать, чтобы въ этомъ

ускоряющемъ вліяніи тепла, въ угнетающемъ вліяніи холода, въ этомъ существованіи предѣловъ обнаруживалось какое-нибудь свойство, исключительно присущее живымъ организмамъ. Напротивъ того, мы знаемъ, что большая часть химическихъ и физическихъ процессовъ, здѣсь совершающихся, находится въ зависимости отъ температуры. Такъ, съ повышеніемъ температуры ускоряется диффузія и передвиженіе жидкостей въ узкихъ, волосныхъ сосудахъ; съ повышеніемъ температуры ускоряется также дѣйствіе діастаза на крахмалъ. Но можно возразить, если физическія и химическія явленія ускоряются съ повышеніемъ температуры, то почему же дальнѣйшее повышение температуры начинаетъ дѣйствовать замедляющимъ, угнетающимъ образомъ на жизненную дѣятельность сѣмени? Почему существуетъ извѣстная, наиболѣе благопріятная температура? Не слѣдуетъ ли въ этомъ видѣть особенность живого организма? Пока нѣтъ надобности въ этомъ предположеніи, мы знаемъ, что если теплота содѣйствуетъ нѣкоторымъ химическимъ процессамъ, способствующимъ ускоренію жизненныхъ явленій, то она же вызываетъ и такіе процессы, съ которыми несовмѣстна жизнь. Такъ, напримѣръ, бѣлковое вещество, входящее въ составъ протоплазмы, этой основы всякой живой кѣлѣочки, около 50° R. уже свертывается, подобно яичному бѣлку, но, вѣроятно, уже и ранѣе этой температуры начинаетъ измѣняться. Понятно, что если повышение температуры вызываетъ одновременно и процессы благопріятствующіе, и процессы препятствующіе дѣятельности сѣмени, то эта дѣятельность должна совершаться наиболѣе энергично при извѣстной средней температурѣ, когда благотворное и вредное дѣйствія температуры даютъ наиболѣе выгодное сочетаніе. Такимъ образомъ, и въ дѣйствіи температуры на прорастающее сѣмя мы не встрѣчаемъ ничего такого, что заставило бы насъ отказаться отъ физико-химическаго объясненія совершающихся при этомъ явленій.

Остается еще одна сторона въ жизни сѣмянъ,—сторона, къ сожалѣнію, еще далеко не выясненная; это весьма различная степень, въ которой различныя сѣмена сохраняютъ свою жизнѣнность, то-есть всхожесть. Есть сѣмена, способныя сохранять

ее годами, десятками лѣтъ, цѣлыми столѣтіями; есть другія, которыя могутъ прорасти только чрезъ нѣсколько дней по отдѣленіи отъ материнскаго растенія, и затѣмъ такъ же быстро утрачиваютъ эту способность; таковы, на примѣръ, кофейныя сѣмена, сѣмена ивы; и есть, наконецъ, третьи, которыя могутъ прорасти не иначе, какъ по прошествіи значительнаго промежутка времени; къ этой послѣдней категоріи относится большинство косточковыхъ плодовъ. По всей вѣроятности, и здѣсь, при внимательномъ изслѣдованіи явленія, удастся найти его ближайшую причину. Свойство сохранять въ теченіе долгихъ лѣтъ свою способность къ прорастанію въ сущности не должно бы представлять ничего страннаго; если сѣмя не заключаетъ необходимой воды, или уединено своими оболочками, или какими другими средствами отъ атмосферическихъ вліяній, слѣдовательно, лишено одного изъ условій, вызывающихъ химическія измѣненія, то трудно себѣ представить, какое вліяніе могло бы на него оказывать время, конечно, если только устранена возможность механическихъ поврежденій. И, дѣйствительно, существуютъ несомнѣнные факты, дакзывающие, что сѣмена, взятая изъ гербаріевъ, гдѣ они пролежали болѣе ста лѣтъ, успѣшно проросли; приводятъ даже въ примѣръ такъ называемую мумійскую пшеницу, пролежавшую тысячулѣтія въ египетскихъ гробницахъ, но этотъ послѣдній примѣръ не вполне достовѣренъ. Къ тому же способность находиться въ состояніи оцѣненія въ теченіе долгихъ лѣтъ и не утрачивать при этомъ возможности вновь ожить не составляетъ исключительной принадлежности сѣмянъ. Извѣстно, что многіе изъ низшихъ микроскопическихъ паукообразныхъ червей и другихъ животныхъ, будучи высушены до состоянія порошка, могутъ въ такомъ видѣ сохраняться годами и по смачиваніи водою вновь оживаютъ. Труднѣе объяснить другую крайность, то-есть свойство быстро, черезъ нѣсколько дней утрачивать способность къ прорастанію; эти факты какъ-то болѣе склоняютъ въ пользу допущенія особой, утрачиваемой со временемъ, жизненности сѣмени. Но нельзя сказать, чтобы и они ускользали отъ всякой возможности объясненія, не представляли бы аналогій съ явленіями, совершающимися внѣ организмовъ. Такъ,

напримѣръ, кофейныя сѣмена представляютъ намъ запасный питательный матеріалъ преимущественно въ видѣ клѣтчатки, изъ которой состоитъ ихъ твердый роговой бѣлокъ. Весьма возможно, что растворимость этого бѣлка очень измѣняется со временемъ, такъ какъ клѣтчатка и внѣ организма можетъ переносить подобныя измѣненія. Клѣтчатка свѣже-осажденная или сохраняемая во влажномъ состояніи легко растворяется въ извѣстномъ реактивѣ, но та же клѣтчатка, высушенная и образующая плотныя роговыя массы, становится почти нерастворимою. Возможно, что нѣчто подобное происходитъ и съ кофейными сѣменами, то-есть что только свѣжее сѣмя содержитъ клѣтчатку, способную переходить въ растворимое состояніе. Что же касается до послѣдней категоріи сѣмянъ, то-есть тѣхъ, которыя требуютъ иногда нѣсколькихъ лѣтъ для прорастанія, каковы, напримѣръ, сѣмена косточковыхъ плодовъ, то уже въ однихъ механическихъ препятствіяхъ, которыя они должны преодолѣть, можно видѣть причину этой медленности. И, дѣйствительно, нерѣдко, дѣлая надрѣзы въ твердой оболочкѣ сѣмянъ, можно ускорить ихъ прорастаніе.

Тригортъ Георіевичъ

Ласкинъ.

Подведемъ итогъ тому, что мы узнали объ явленіи прорастанія; постараемся представить общую характеристику этого совершенно своеобразнаго періода въ жизни растенія.

Періодъ прорастанія отличается тѣмъ, что въ теченіе его растеніе не нуждается въ постороннихъ источникахъ пищи; оно существуетъ на счетъ запаса пищи, отложеннаго въ бѣлкѣ или сѣменодоляхъ. Для пробужденія сѣмени къ дѣятельности необходима вода, кислородъ воздуха и тепло. Вода дѣйствуетъ двояко—механически и химически: механически она вызываетъ разбуханіе сѣмени, разрываетъ его оболочки и доставляетъ необходимую силу для преодоленія сопротивленія окружающихъ частицъ земли; химически она растворяетъ сначала разнообразныя ферменты, а потомъ, при ихъ содѣйствіи, и нерастворимыя запасныя вещества. Эти растворы притекаютъ въ зародышъ и тамъ затрачиваются на его ростъ, вновь принимаютъ нерастворимую или трудно подвижную форму.

Одновременно съ этими процессами проявляется въ сѣмени и дыханіе, повидимому за весьма рѣдкими исключеніями, о которыхъ будетъ сказано ниже, присущее всякому организму, всему живущему на землѣ. Дыханіе даетъ намъ одновременно объясненіе и для потери въ вѣсѣ, и для повышенія температуры, которыя мы наблюдаемъ въ прорастающихъ сѣменахъ. Такимъ образомъ, несмотря на увеличеніе размѣровъ, растеніе въ этотъ періодъ не только не увеличиваетъ своей массы, не только не накапливаетъ вещества, но, напротивъ, расходуетъ его. Во время прорастанія происходитъ только превращеніе, а не усвоеніе вещества. Мы убѣдились, слѣдовательно, что явленія усвоенія питательныхъ веществъ и явленія роста не всегда совершаются одновременно, и всего лучше можно характеризовать періодъ прорастанія, сказавъ, что въ теченіе его происходитъ *ростъ безъ усвоенія*.

Въ извѣстной степени этотъ періодъ жизни растенія можно сравнить съ періодомъ воспитанія и развитія у человѣка. До конца этого періода, и растеніе, и человѣкъ не способны къ самостоятельной и производительной дѣятельности, они существуютъ на счетъ запасовъ, заботливо накопленныхъ предшествовавшимъ поколѣніемъ, и нельзя сказать, чтобы отъ этого сравненія выигрывалъ человѣкъ; напротивъ того, растеніе представляетъ примѣръ, достойный подражанія. Съ одной стороны, растенія-родители не пекутся о томъ, чтобы, накопивъ богатое наслѣдство, обезпечить своимъ дѣтицамъ беззаботное и праздное существованіе, а надѣляютъ ихъ лишь строго необходимымъ для того, чтобы они могли развиваться и окрѣпнуть; а растенія-дѣти не проматываютъ этого скромнаго наслѣдія, они употребляютъ его на свое развитіе, на подготовленіе силъ къ предстоящей жизненной борьбѣ. Въ концѣ этого періода мы застаемъ растеніе со вполне сложившимися и готовыми къ своей дѣятельности органами. Весьма любопытно, что существуютъ растенія, у которыхъ весь періодъ прорастанія проходитъ на материнскомъ растеніи. Таково извѣстное *мангровое* дерево (*Rhizophora Mangle*), обитающее по побережьямъ тропическихъ морей, обыкновенно въ полосѣ, заливаемой приливомъ. Сѣмена этого растенія прорастаютъ въ плодѣ и, еще

будучи въ материнскомъ растеніи, образуютъ длинный, тяжелый и приостренный корень. Достигнувъ извѣстной стадіи развитія, они отрываются и, вонзаясь этимъ корнемъ въ вязкій илъ, прямо, безъ всякаго перерыва, продолжаютъ свое существованіе.

Съ окончаніемъ періода прорастанія обнаруживается въ растеніи и фізіологическое раздѣленіе труда. Съ общей фізіологической точки зрѣнія, растеніе представляетъ намъ двѣ болѣе или менѣе развитыя поверхности, приспособленныя къ соотвѣтствующимъ средамъ, — поверхность корневую и листовую; эти двѣ поверхности соединяются промежуточнымъ органомъ, стеблемъ. Такова общая фізіологическая схема растенія, схема, проявляющаяся очень рано, даже на самыхъ низшихъ ступеняхъ растительной организаціи. Существуютъ, напримѣръ, водоросли, состоящія изъ одной клѣтки и, тѣмъ не менѣе, представляющія части аналогическія листу, корню и стеблю. Вотъ водоросль, попадающаяся нерѣдко на влажныхъ заливныхъ лугахъ и состоящая изъ округленной зеленой головки и безцвѣтнаго развѣтвленнаго основанія—подобія корешка (фиг. 24 слѣва наверху), которымъ прикрѣпляется къ почвѣ. Это только простой пузырекъ, но уже въ немъ мы замѣчаемъ двѣ части, фізіологически различныя. Но вотъ другой еще болѣе разительный примѣръ водоросли, обитающей въ моряхъ теплыхъ странъ (фиг. 24). Экземпляръ этой водоросли (Каулерпы), который я собралъ въ Пуццуоли, въ Неаполитанскомъ заливѣ, расправленный на бумагѣ, покрываетъ поверхность величиной съ кисть руки, но попадаютъ экземпляры и болѣе крупные. Эта клѣтка-гигантъ—самая крупная клѣтка во всемъ органическомъ мірѣ—представляетъ намъ части или лопасти поразительно сходныя съ зелеными листьями, стеблями и безцвѣтными бѣлыми корешками. Стебли стелются по дну моря, листообразныя лопасти поднимаются вертикально вверхъ, а корешки зарываются въ илъ, и тѣмъ не менѣе это все одна и та же клѣтка, имѣющая одну сообщающуюся полость *).

*) На фиг. 24 изображены два вида Каулерпы — верхняя обыкновенная *Caulerpa prolifera*, встрѣчающаяся въ Средиземномъ морѣ.

Понятно, что такіе несходные органы, какъ корень, листь и стебель, должны соотвѣтствовать совершенно различнымъ отправленіямъ, и потому, при дальнѣйшемъ изученіи жизни растеній, мы должны изучать жизнь этихъ органовъ въ отдѣльности.



Фиг. 24.

Остается выяснить еще одно обстоятельство, разрѣшить еще одинъ вопросъ: когда оканчивается періодъ прорастанія, когда начинается самостоятельная жизнь растенія? Періодъ прорастанія оканчивается собственно тогда, когда будетъ истощенъ запасъ питательныхъ веществъ; самостоятельная жизнь начи-

нается тогда, когда обнаружится дѣятельность листьевъ, а для этого они должны подвергнуться дѣйствию свѣта, безъ чего они не позеленѣютъ, а останутся желтыми, болѣзненными. Вотъ, слѣдовательно, еще одна, послѣдняя, особенность періода прорастанія: въ теченіе его растеніе совершенно не зависитъ отъ свѣта, не нуждается въ немъ, потому-то періодъ этотъ и можетъ протекать въ совершенной темнотѣ, подъ землей. Но съ первымъ лучомъ свѣта, упавшимъ на позеленѣвшій листъ, начинается самостоятельная жизнь, растеніе начинаетъ вырабатывать новые органы уже не на счетъ другихъ частей, а на счетъ окружающихъ неорганическихъ соединеній. Убыль въ вѣсѣ замедляется и, наконецъ, переходитъ въ прибыль. Начинается *усвоеніе* вещества.

IV.

Корень.

Въ концѣ прошлой бесѣды мы пришли къ заключенію, что въ періодъ прорастанія молодое растеніе не представляетъ самой характеристической стороны растительной жизни—увеличенія своей массы. Напротивъ того, несмотря на видимое увеличеніе объема, оно постоянно теряетъ въ вѣсѣ, сжигая часть своего вещества въ процессѣ дыханія.

Только съ той поры, когда обособятся и вступятъ въ свое отправленіе его органы, когда его корень углубится въ землю, а стебель съ листьями потянется въ воздухъ, къ свѣту, только съ той поры проявляется полная самостоятельная жизнь растенія, выражающаяся въ питаніи на счетъ окружающихъ веществъ, въ настоящемъ усвоеніи вещества изъ внѣшней среды.

Какія это должны быть вещества, мы уже знаемъ,—это тѣ двѣнадцать элементовъ, которые перечислены нами выше. Остается рѣшить вопросъ: откуда беретъ растеніе эти разнообразныя вещества, изъ какой среды, изъ земли, воды или воздуха, и какимъ путемъ проникаютъ они въ растеніе? Разрѣшивъ этотъ вопросъ, мы тѣмъ самымъ рѣшаемъ, который изъ двухъ органовъ—корень или листъ—должны мы считать органомъ питанія растенія, или же они оба, каждый съ своей стороны, служатъ для этой цѣли.

Начнемъ съ корня, такъ какъ относительно этого органа задача представляется болѣе простою. Во-первыхъ, едва ли кто когда сомнѣвался въ томъ, что корень служитъ для питанія растенія, а, во-вторыхъ, не трудно доказать, что часть по

крайней мѣрѣ веществъ не можетъ попасть въ растеніе иначе, какъ черезъ корень. Такъ, напримѣръ, тѣла, входящія въ составъ золы, при обыкновенныхъ условіяхъ не могутъ существовать въ газообразной формѣ, потому-то и при сжиганіи они остаются въ золѣ, а не въ сгорающей и улетающей части растительнаго вещества. Слѣдовательно все, что мы находимъ въ золѣ, мы должны искать въ почвѣ и отсюда заключаемъ, что эти вещества поступаютъ черезъ корень. Остальные же вещества могутъ находиться и въ почвѣ, и въ воздухѣ, слѣдовательно относительно ихъ мы остаемся въ сомнѣніи; пока не получимъ прямого отвѣта изъ опыта, мы не можемъ сказать напередъ, берутся ли они изъ почвы или изъ воздуха, поступаютъ ли они въ растеніе черезъ корень или черезъ листъ.

Займемся прежде всего корнемъ; посмотримъ, что извлекаетъ онъ изъ почвы, какъ извлекаетъ онъ это что и почему онъ извлекаетъ именно то, что необходимо для растенія.

Но прежде, чѣмъ приступить къ изученію корня и его отправления, необходимо познакомиться съ тою средой, въ которой проявляется его дѣятельность,—необходимо бросить бѣглый взглядъ на почву и ея составъ.

Всякая, покрытая растительностью, почва представляетъ двѣ рѣзко различающіяся составныя части: горючую и негорающую, или органическую и неорганическую. Этой органической части, которая есть не что иное, какъ остатокъ истлѣвшихъ растений, почва обязана своимъ чернымъ цвѣтомъ. Это черное сгорающее при прокаливаніи почвы вещество называютъ перегноемъ. Даже въ самыхъ черныхъ почвахъ, въ настоящихъ черноземахъ, его сравнительно мало, въ рѣдкихъ случаяхъ болѣе 10% *). Почва прокаленная и слѣдовательно лишенная перегнойныхъ органическихъ веществъ представляетъ уже не черный, а желтоватый или красноватый цвѣтъ. Остающіяся послѣ прокаливанія минеральныя, и по количеству главныя, вещества почвы мы можемъ раздѣлить на три груп-

*) Составъ почвы былъ демонстрированъ на лекціяхъ, при помощи такъ называемыхъ наглядныхъ анализовъ, показывающихъ объемное отношеніе различныхъ составныхъ частей почвы. Подобные анализы можно видѣть въ сельскохозяйственномъ отдѣлѣ политехническаго музея.

пы, на основаніи ихъ различной растворимости. Часть ихъ, самая незначительная, растворима въ водѣ; вторая, уже болѣе значительная, часть не растворяется въ водѣ, но можетъ растворяться въ кислотахъ, и наконецъ третья, наибольшая, не растворима ни въ водѣ, ни въ кислотахъ. Эти три степени растворимости представляютъ намъ, въ извѣстной мѣрѣ, три степени доступности этихъ веществъ для растенія. Вещества первой категоріи, растворяющіяся въ почвенной водѣ, очевидно, легко доступны для растенія; вещества второй категоріи уже труднѣе доступны; наконецъ вещества послѣдней категоріи или вовсе не доступны растенію, или только съ теченіемъ долгихъ лѣтъ могутъ измѣниться и отчасти превратиться въ вещества первыхъ двухъ категорій.

Такимъ образомъ, въ извѣстный данный моментъ минеральная составная часть почвы представляетъ намъ основу, въ настоящемъ безплодную и только заключающую запасы пищи на отдаленныя будущія времена, затѣмъ запасъ веществъ, сравнительно легко доступныхъ растенію, и наконецъ очень небольшое количество веществъ, представляющихъ уже готовый матеріалъ для питанія растенія. Въ справедливости этихъ словъ не трудно убѣдиться. Стѣбитъ взять самую плодородную землю, прокалить ее, обработать кислотой, и тогда получимъ почти бѣлый остатокъ, который будетъ совершенно безплоденъ.

Значитъ, разсматривая почву въ настоящемъ, мы въ правѣ наибольшую часть ея считать какъ бы мертвымъ остономъ, твердымъ материкомъ, служащимъ для прикрѣпленія растенія, но не участвующимъ непосредственно въ явленіяхъ питанія. Пищу растенія мы должны искать въ остальныхъ ея составныхъ частяхъ—въ перегноѣ и въ томъ, что растворяется въ водѣ и въ кислотахъ. Посмотримъ же, какъ распредѣлены въ нихъ тѣ двѣнадцать элементовъ, которые мы нашли въ растеніи. Органическое вещество перегноя содержитъ четыре элемента: углеродъ, водородъ, азотъ и кислородъ. Вещества, растворимыя въ водѣ и кислотахъ, состоятъ изъ солей, содержащихъ всѣ элементы, найденные нами въ золѣ растенія, и сверхъ того еще два соединенія, содержащія *азотъ*, именно—селитру, т.-е. соль азотной кислоты, и амміакъ, представляющій соеди-

неніе азота съ водородомъ. Итакъ, четыре элемента органическаго вещества, элементы золы и два соединенія азота, азотная кислота и амміакъ,—вотъ тѣ вещества, на которыя анализъ почвы указываетъ какъ на *возможные* источники пищи для корней растенія. Посмотримъ, какіе же изъ этихъ *возможныхъ* источниковъ окажутся *дѣйствительными, необходимыми* источниками. Для того, чтобы узнать это, мы должны задать этотъ вопросъ самому растенію, должны поставить его въ такія условія, чтобы оно само вынуждено было дать намъ отвѣтъ.

Въ самомъ дѣлѣ, какъ узнать, какія вещества необходимы для питанія растенія? Съ перваго взгляда можетъ показаться, что для этого достаточно сдѣлать анализъ растенія, узнать, изъ какихъ тѣлъ оно состоитъ,—тѣ и признать за необходимыя. Но тотчасъ же рождается сомнѣніе въ справедливости такого заключенія. Очевидно, многія вещества, находящіяся въ растеніи, могутъ составлять ненужную роскошь, могутъ представлять бесполезную, даже вредную случайность, очутившись въ немъ только потому, что были въ окружающей его средѣ. Необходимымъ мы можемъ признать только такое вещество, безъ котораго невозможно существованіе и развитіе растенія. А это мы можемъ узнать лишь путемъ точнаго опыта, въ родѣ того, посредствомъ котораго мы только что убѣдились въ бесплодности минеральнаго остова почвы. Вотъ основныя условія такого опыта: мы доставляемъ одному растенію *всѣ* вещества, которыя анализъ показываетъ въ самомъ растеніи или въ почвѣ, на которой оно успѣшно растетъ, а рядомъ съ нимъ другому, совершенно такому же, растенію доставляемъ *всѣ вещества минусъ одно* и наблюдаемъ, какія окажутся послѣдствія. Если въ развитіи обоихъ растеній не обнаружится замѣтной разницы, мы въ правѣ заключить, что исключенное нами вещество не имѣетъ значенія въ питаніи растенія; если же окажется разница, если во второмъ случаѣ, при соблюденіи совершенно одинаковыхъ условій, получится болѣе хилое растеніе, то мы въ правѣ приписать различіе въ результатѣ различію въ условіяхъ опыта, т.-е. отсутствію исключеннаго нами вещества. Эта глава фізіологіи растеній представляетъ намъ

цѣлый рядъ изящныхъ и простыхъ примѣровъ строгаго, послѣдовательнаго примѣненія одного изъ основныхъ законовъ индуктивнаго мышленія: «Если одинъ случай, въ которомъ изслѣдуемое явленіе имѣетъ мѣсто, и другой случай, въ которомъ оно не имѣетъ мѣста, сходны во всѣхъ условіяхъ, кромѣ одного, и это одно условіе встрѣчается только въ первомъ случаѣ, то это условіе, которымъ оба случая между собою отличаются, и есть причина или необходимая часть причины изучаемаго явленія»*)).

Такимъ-то образомъ, исключая, по одному, каждое изъ веществъ, встрѣчающихся въ растеніи и въ почвѣ, мы узнаемъ, какія изъ нихъ составляютъ безусловно необходимую пищу растенія. Познакомимся съ главнѣйшими результатами этихъ опытовъ.

Прежде всего наши подозрѣнія падаютъ на органическія, перегнойныя вещества. Ежедневный опытъ учитъ, что черныя почвы плодороднѣе свѣтлыхъ. Повидимому ясно, что черное вещество должно составлять главную пищу растенія. И однако точный опытъ даетъ совершенно другой отвѣтъ; мы можемъ прокалить этотъ черноземъ, сжечь въ немъ все органическое вещество и, несмотря на то, приготовить изъ него почву, на которой растеніе будетъ развиваться нормально. Въ такой *бѣлой* землѣ мы можемъ получить растеніе, не отличающееся отъ другого, выросшаго на лучшемъ черноземѣ. Слѣдовательно не въ перегонѣ заключается пища растенія,— оно можетъ обойтись и безъ него. Но мы уже видѣли, что наибольшая часть минеральнаго вещества,—то, что мы назвали нерастворимымъ остовомъ почвы,—безполезна какъ пища, слѣдовательно кругъ названныхъ веществъ, въ которыхъ мы можемъ видѣть пищу для растенія, становится еще тѣснѣе: онъ ограничивается веществами, растворимыми въ водѣ и кислотахъ. Но напрасно пытались бы мы воспитать растеніе въ искусственной почвѣ, составленной исключительно изъ питательныхъ веществъ, на примѣръ изъ золы растенія. Такая почва была бы совершенно непригодна; питательныя вещества находились бы въ слишкомъ концентрированной формѣ и ра-

*) См. Милль. *Система индуктивной логики* и пр.

стеніе навѣрно погибло бы. Для того, чтобы служить для питанія, они должны быть разбавлены, разсѣяны въ другомъ, не дѣйствующемъ веществѣ, какимъ и является нерастворимый минеральный остовъ почвы. Но если таково значеніе этого послѣдняго, то его, конечно, можно замѣнить другими веществами менѣе сложнаго состава. И дѣйствительно, опытъ показываетъ, что можно приготовить искусственную почву изъ песка, изъ толченой пемзы, изъ стеклянныхъ бусъ или мелкихъ гранатъ и пр. и, введя въ нее необходимыя питательныя вещества, получать совершенно плодородную почву. Остается сдѣлать еще одинъ шагъ, и методъ искусственныхъ культуръ, достигнетъ простѣйшей мыслимой формы. Если значительная часть естественной почвы или всѣ только что перечисленныя искусственныя почвы служатъ только для равномернаго распредѣленія—такъ сказать, для разжиженія—питательныхъ веществъ, то нельзя ли ихъ замѣнить дистиллированной водою, въ которой будутъ растворены необходимыя для питанія растенія вещества? Опытъ, правда, долгихъ лѣтъ и сопряженный со множествомъ неудачъ, увѣнчался, наконецъ, полнымъ успѣхомъ. Въ настоящее время, соблюдая извѣстныя предосторожности, мы можемъ замѣнить почву этою совершенно прозрачною средой и, выращивая въ водяномъ растворѣ самыя разнообразныя растенія, доводить ихъ до такихъ же нормальныхъ размѣровъ, какихъ они достигаютъ въ самой плодородной почвѣ.

Для этого мы беремъ стеклянную банку (фиг. 25), вмѣщающую *три* или *четыре* фунта дистиллированной воды и растворяемъ въ ней съ ползолотника смѣси изъ нѣсколькихъ солей; нужно только, чтобы количество солей въ растворѣ не превышало *двухъ тысячныхъ*, иначе растворъ будетъ слишкомъ концентрированъ. Въ крышкѣ этой банки мы закрѣпимъ проросшее сѣмя любого растенія такъ, чтобы только корешки были погружены въ воду. Затѣмъ остается только наблюдать развитіе какъ воздушной части растенія, такъ и корня, который теперь весь у насъ на виду.

Приведенныя ниже (фиг. 27, 28, 31) фотографическія изображенія представляютъ результаты опытовъ, произведенныхъ мною

въ 1896 году на Нижегородской выставкѣ. Я придаю имъ особое

значеніе, такъ какъ едва ли когда-либо подобные опыты во всѣхъ своихъ стадіяхъ и подробностяхъ производились, какъ здѣсь, на глазахъ десятковъ тысячъ свидѣтелей. Съ удовольствіемъ вспоминаю я одного скептика, мѣстнаго нижегородскаго жителя, покаявшагося мнѣ, что онъ чуть не день за днемъ слѣдилъ за нашими водными культурами, сначала съ злостнымъ намѣреніемъ уличить насъ въ шарлатанствѣ, а затѣмъ самъ увлекся и увѣровалъ.

Итакъ, вотъ насколько упростилась наша задача: во всей массѣ черной перегнойной почвы, приходящейся на долю растенія, существенно необходимой для питанія въ данную минуту, оказывается только ничтожная щепотка смѣси нѣсколькихъ солей. Посмотримъ теперь, какіе же изъ химическихъ элементовъ вхо-



Фиг. 25.

дятъ въ составъ этихъ солей. Для этого необходимо было сдѣлать рядъ опытовъ или въ описанной выше бѣлой бесплод-

ной почвѣ, въ которую внесены необходимыя соли, или въ только что описанномъ растворѣ.

Вотъ опыты, показывающіе необходимость для растенія *азота* (фиг. 26). Взято два горшка съ прокаленною и промытою кислотою,—слѣдовательно, бѣлою и бесплодною почвою,—и въ одинъ изъ нихъ прибавлена зола растенія, заключающая, слѣдовательно, всѣ находящіеся въ растеніи минеральныя вещества, въ другой — та же зола и еще *азотъ* въ видѣ азотнокислой соли, именно селитры. Въ оба горшка посажено по два, совершенно сходныхъ по вѣсу, сѣмени подсолнечника. Они взошли, но вотъ какое въ концѣ опыта оказалось различіе: въ первомъ горшкѣ получились два хилыя, жалкія растенія, едва поднимающіяся надъ поверхностью почвы; во второмъ—два здоровые экземпляра, съ цвѣтами и сѣменами, размѣрами своихъ стеблей и листьевъ не отличающіеся отъ подсолнечниковъ, одновременно выросшихъ въ лучшей садовой почвѣ *). И однако все различіе двухъ опытовъ заключается только въ томъ, что во второй горшокъ прибавлено немного селитры, то-есть *азота*. Сходные результаты мы получили бы, если бы вмѣсто селитры взяли азотъ въ видѣ амміачной соли. Дѣлаемъ выводъ: растенію необходимъ азотъ.

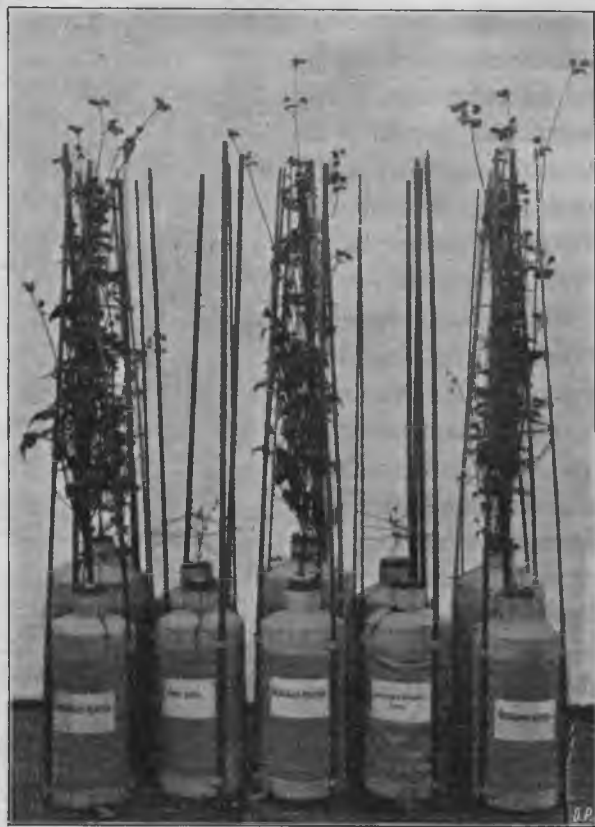


Фиг. 26.

Другой опытъ. Беремъ нѣсколько банокъ съ питательнымъ

*) Фиг. 26 изображаетъ слѣва растенія, выросшія въ присутствіи селитры (для сравненія рядомъ приведенъ листь садоваго экземпляра), и справа—растенія, не получившія селитры.

растворомъ (фиг. 25); въ однѣхъ изъ нихъ находятся всѣ необходимыя соли, въ другихъ—тѣ же соли *минусъ* соль калия. Сажаемъ въ каждую банку совершенно одинаковыя зерна гречихи. По прошествіи извѣстнаго времени въ первыхъ получается здоровое растеніе, оно цвѣтетъ, приноситъ зрѣлыя сѣ-



Фиг. 27.

мена; во вторыхъ—оно не развилось, захирѣло и погибло. Повторяемъ опытъ десятки разъ и всегда съ одинаковымъ результатомъ. Выводъ: растенію необходимъ *калій*; оно не можетъ жить безъ *калія*. Вотъ подобныя же опыты, и также надъ гречихой (фиг. 27). Первый, третій и пятый рядъ получилъ полный питательный растворъ, второй не получилъ азота,

четвертый не получилъ калия и фосфорной кислоты. Результаты говорятъ за себя.

Еще одинъ опытъ, самый наглядный и разительный по своимъ результатамъ. Въ числѣ солей, оказавшихся необходимыми для питанія растенія, находится и соль желѣза; она входитъ въ составъ золы растенія, можно сказать, въ ничтожномъ количествѣ; при воспитаніи растеній въ водѣ эта соль одна не можетъ быть употреблена въ видѣ раствора, потому что образуетъ съ другимъ тѣломъ, также необходимымъ для питанія растеній, съ фосфорной кислотой, нерастворимый въ водѣ осадокъ. Этотъ нерастворимый бѣлый осадокъ мы взмучиваемъ въ жидкости такъ, чтобы онъ попадалъ на поверхность корней. Беремъ нѣсколько банокъ: однѣ съ совершенно прозрачнымъ растворомъ, слѣдовательно не содержащимъ желѣза; другія—съ легкою мутью, вслѣдствіе присутствія желѣзной соли. Воспитываемъ въ каждой изъ нихъ по одному растенію, положимъ, маиса, и по прошествіи двухъ-трехъ недѣль уже замѣчаемъ рѣзкую разницу. Между тѣмъ какъ въ полной питательной жидкости получится растеніе нормальное, которое будетъ цвѣсть и принесетъ початокъ со зрѣлыми зернами, въ первой жидкости оно произведетъ нѣсколько узкихъ, хилыхъ листьевъ и затѣмъ погибнетъ (фиг. 28). Притомъ эти листья представляютъ замѣчательную особенность: первые два-три будутъ обыкновенно зеленаго цвѣта, слѣдующіе же за ними окажутся совершенно безцвѣтными, бѣлыми. Ясно, что отсутствіе желѣза остановило развитіе растенія и вызвало особенное болѣзненное проявленіе, такъ называемую *блѣдную* немочь. Въ справедливости этого заключенія можно убѣдиться слѣдующимъ простымъ опытомъ: стоитъ только къ раствору, не заключающему желѣза, прибавить этой соли, и болѣзненное проявленіе прекратится, растеніе позеленѣетъ и начнетъ вновь развиваться; мало того, стоитъ совершенно бѣлый, больной листъ смочить въ одномъ мѣстѣ желѣзною солью, и черезъ нѣсколько времени на этомъ мѣстѣ появится зеленое пятно *).

*) На фиг. 28 по срединѣ могучій экземпляръ маиса, выросшій до крыши теплицы и еще цвѣтушій, по краямъ два экземпляра низкорослой разновидности, давшихъ уже початки, въ промежуткахъ два экземпляра, не получившихъ желѣзной соли.

Мы не разъ обращали вниманіе на сходство жизненныхъ от-
правленій растительнаго и человѣческаго организма; дѣйствіе
солей желѣза представляетъ еще разительный тому примѣръ.
Въ послѣднее время въ жизни, къ сожалѣнію, нерѣдко сталъ
встрѣчаться такой случай: знакомая вамъ особа, мужчина



Фиг. 28.

или дама, чувствуетъ себя не совсѣмъ здоровою; болѣзнь
между прочимъ проявляется неестественною блѣдностью;
приглашаютъ доктора; онъ съ перваго почти взгляда довольно
безцеремонно проситъ открыть ротъ, и, освидѣтельствовавъ
десны, пронисываетъ рецептъ, пилюли или микстуру. Пациентъ
принимаетъ лѣкарство и черезъ нѣсколько времени вновь при-

обрѣтаетъ здоровый видъ. Лѣкарство это содержитъ желѣзо. То же желѣзо, которое возвращаетъ здоровый румянецъ поблекшей щекѣ, возвращаетъ естественный зеленый цвѣтъ и поблѣднѣвшему листу.

Такіе же результаты, какіе мы только что описали для азота, калия и желѣза, и такимъ же путемъ получаемъ относительно фосфора, сѣры, хлора, извести и магнезій,—всѣ эти вещества оказались необходимыми для питанія растенія и безъ нихъ оно рано или поздно погибаетъ.

Но въ числѣ составныхъ началъ золы растеній находится еще кремній. Кремній съ кислородомъ образуетъ кремневую кислоту или кремнеземъ, который въ чистомъ видѣ мы имѣемъ въ горномъ хрусталѣ, въ нѣсколько менѣе чистомъ видѣ — въ кремнѣ, въ бѣломъ пескѣ и пр. Тотъ же кремнеземъ образуетъ главную часть стекла. Кремнеземъ этотъ встрѣчается и во многихъ растеніяхъ, именно въ стѣнкахъ клѣточекъ, дѣлая ихъ совершенно стекловатыми, такъ что если сжечь такую клѣточку, то отъ нея остается стеклянный остовъ, подъ микроскопомъ представляющій въ малѣйшихъ подробностяхъ форму живой клѣточки. Въ существованіи такихъ *стеклянныхъ* клѣточекъ каждый изъ насъ имѣлъ случай неоднократно убѣждаться на основаніи очень непріятнаго опыта. Жгучіе волоски крапивы не что иное какъ длинныя, заостренныя клѣточки, стѣнки которыхъ, особенно на концахъ, до того проникнуты кремнеземомъ, что онѣ хрупки какъ стекло, оттого-то онѣ такъ легко прокалываютъ кожу и, обломившись въ ранкѣ, впускаютъ въ нее свой ядовитый сокъ. Всего болѣе кремнезема встрѣчается въ клѣточкахъ соломины злаковъ и въ стебляхъ хвоща; эти послѣдніе до того жестки, что столяры употребляютъ ихъ для полировки дерева. Кремнеземъ, слѣдовательно, очень распространенъ въ растеніяхъ, и на основаніи этого можно было бы предполагать, что онъ необходимъ для растенія. Сложилось даже мнѣніе, что онъ не только придаетъ жесткость кожицѣ злаковъ, но сообщаетъ твердость и стойкость всей соломинѣ; полагали, что, увеличивая въ нашихъ культурныхъ злакахъ содержаніе кремнезема, можно будетъ уберечь ихъ отъ очень вреднаго въ хозяйствѣ явленія *полеганія*. Но прямой опытъ

разрушилъ всѣ эти предположенія, казавшіяся столь вѣроятными. Во-первыхъ, культуры какъ въ искусственныхъ почвахъ, такъ и въ растворахъ, лишенныхъ кремнезема, показали, что и при полномъ отсутствіи его получаются совершенно нормальные экземпляры злаковъ, слѣдовательно, растеніе можетъ обойтись и безъ кремнезема. Далѣе, были сдѣланы опыты, на большую ногу, въ полѣ: удобряли кремнекислыми солями, но результатъ былъ отрицательный. Растенія, удобренные кремнеземомъ, полегли хуже неудобренныхъ. Можно было сначала предположить, что удобреніе не попало въ растеніе, но анализъ показалъ, что растенія были, дѣйствительно, богаче кремнеземомъ. Этотъ непонятный результатъ сталъ до нѣкоторой степени понятенъ, когда, вслѣдъ за общимъ анализомъ цѣлаго растенія, былъ сдѣланъ анализъ его отдѣльныхъ частей; тогда оказалось, что сравнительно богаче кремнеземомъ стали не стебли, не соломины, а листья, и, такимъ образомъ, избытокъ кремнезема скорѣе могъ дѣйствовать во вредъ, скорѣе еще болѣе клонилъ соломины, чѣмъ увеличивалъ ихъ стойкость. Въ итогѣ оказывается, что растеніе можетъ обойтись безъ кремнезема и что присутствіе его не находится въ связи со стойкостью соломины, какъ прежде полагали. Въ одной изъ послѣдующихъ бесѣдъ мы увидимъ, что *полеганіе* хлѣбовъ объясняется иными причинами и можетъ быть отвращено иными мѣрами.

Итакъ, исключивъ кремнеземъ изъ приведеннаго во второй главѣ списка элементовъ золы и замѣстивъ его необходимымъ азотомъ, получимъ *восемь* тѣлъ, исчерпывающихъ списокъ веществъ, которыя безусловно необходимо доставить корню для питанія растенія. Четыре изъ нихъ: *азотъ*, *фосфоръ*, *сѣра* и *хлоръ*, образуютъ кислоты; эти кислоты, соединяясь попарно съ четырьмя металлами: *каліемъ*, *кальціемъ*, *магніемъ* и *железомъ*, образуютъ четыре соли. Этими четырьмя солями ограничивается вся потребность корня; изъ нихъ-то и приготовляются тѣ питательные растворы, въ которыхъ произведены описанные выше опыты. Самая бесплодная почва, политая этимъ растворомъ, дѣлается плодородною, въ смыслѣ полной пригодности ея для *питанія* растенія.

Таковы блистательные по своей простотѣ результаты, къ

которымъ привело изученіе фیزیологіи корня. Не забудемъ однако, что эта *простота* представляетъ плодъ десятковъ лѣтъ упорнаго труда десятковъ ученыхъ изслѣдователей.

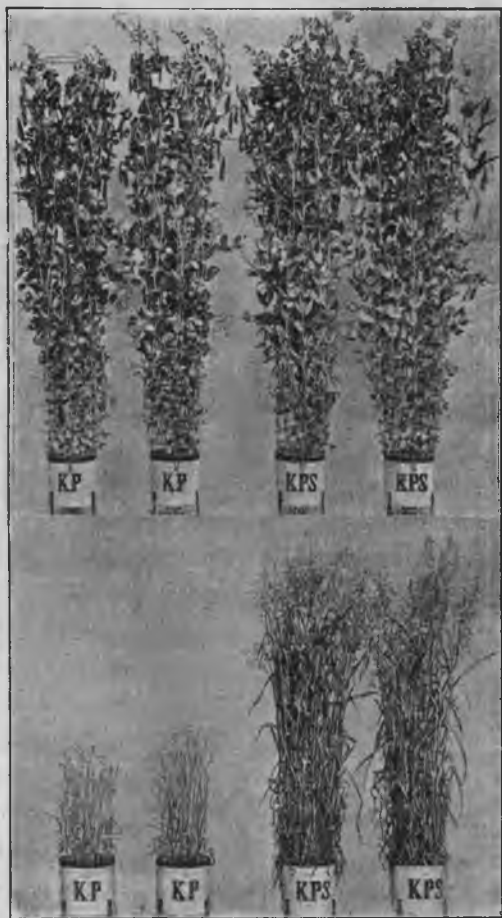
Здѣсь само собою рождается вопросъ, въ правѣ ли мы заключить, что всѣ остальные вещества, составляющія главную массу почвы, совершенно бесполезны, ненужны для растенія? Очевидно, нѣтъ. Одни вещества, не составляя собственно пищи въ извѣстный данный моментъ, могутъ сдѣлаться ею впослѣдствіи; другія, не участвуя прямо въ питаніи, могутъ оказывать косвенное полезное дѣйствіе. Такъ, напримѣръ, въ почвѣ, кромѣ селитры и амміака, находится еще гораздо болѣе азота въ видѣ органическихъ веществъ. Однако, этотъ азотъ не можетъ служить непосредственно для питанія; почва, содержащая только такой азотъ, почти бесплодна, но этотъ азотъ можетъ исподволь превращаться въ амміакъ, въ азотную кислоту и тогда послужить въ пищу. Вотъ, слѣдовательно, примѣръ вещества, бесполезнаго въ извѣстный моментъ, но служащаго запасомъ на будущее. Косвенно вещества, находящіяся въ почвѣ, могутъ быть полезны для растенія во многихъ отношеніяхъ. Они могутъ быть полезны растенію своею способностью удерживать влагу, поглощать тепло, наконецъ, они могутъ способствовать удержанію и равномерному распредѣленію питательныхъ веществъ. Въ послѣднемъ отношеніи почва отличается замѣчательною, такъ называемою *поглощительною*, способностью. Если мы нанолнимъ воронку почвой и будетъ ее поливать знакомымъ намъ питательнымъ растворомъ и затѣмъ соберемъ ту воду, которая процѣдится чрезъ почву, то убѣдимся, что въ ней окажется очень мало питательныхъ веществъ. Особенно сильно поглощаются амміакъ, фосфорная кислота и кали,—все, какъ мы видѣли, вещества, необходимыя для растенія. Эта замѣчательная способность почвы имѣетъ важное значеніе въ экономіи природы. Благодаря ей, вещества, необходимыя для растенія и находящіяся въ очень ограниченныхъ количествахъ, не вымываются дождями, а удерживаются почвой и очень скупно, исподволь, уступаются водѣ, обращающейся между ея твердыми частицами. Исключеніе изъ этого правила составляетъ азотная кислота, весьма легко вымываемая изъ почвы, а между

тѣмъ, какъ мы видѣли, она доставляетъ растенію самое важное питательное начало—азотъ. Изслѣдованія агрономовъ-химиковъ все болѣе и болѣе заставляютъ сельскаго хозяина обращать вниманіе на возможно полную утилизацію этого вещества культурными растеніями. Въ этомъ отношеніи растенія къ азотной кислотѣ почвы даже искали причину той роли, которую играютъ бобовыя растенія въ плодосмѣнномъ хозяйствѣ. Эта роль до послѣдняго времени представляла много загадочнаго. Бобовыя растенія содержатъ болѣе азота, чѣмъ злаки, а между тѣмъ азотныя удобрения на нихъ оказываютъ менѣе вліянія, чѣмъ на злаки; мало того, чередуя культуру бобовыхъ растеній со злаками на неудобряемой почвѣ, получаютъ такіе же урожаи злаковъ, какъ и въ томъ случаѣ, когда эти послѣдніе чередуются съ паромъ. Отсюда возникло воззрѣніе, что бобовыя растенія не истощаютъ, а даже обогащаютъ почву, — воззрѣніе, которое въ буквальный смыслъ было бы справедливо только тогда, когда было бы доказано, что бобовыя растенія черпаютъ свой азотъ не изъ почвы, а изъ воздуха, но этому предположенію долгое время противорѣчили самые точные опыты. Оставалось предположить, что роль бобовыхъ растеній, по отношенію къ азоту, заключается въ томъ, что, развивая болѣе углубляющуюся въ почву систему корней и занимая почву въ теченіе болѣе долгаго періода времени, они въ болѣе совершенной степени исчерпываютъ запасъ азотной кислоты, въ другихъ случаяхъ вымываемой дождями и пропадающей непроизводительно для сельскаго хозяина. Такимъ, болѣе совершеннымъ пользованіемъ азотною кислотою почвы можно было бы отчасти объяснить себѣ, почему бобовыя растенія даютъ въ своемъ урожаѣ болѣе азота, чѣмъ другія растенія, да еще оставляютъ избытокъ этого азота въ неподвижной, невымываемой дождями формѣ — въ формѣ своихъ корневыхъ остатковъ—на пользу чередующимся съ ними растеніямъ.

Но это объясненіе все же не могло вполнѣ удовлетворить, и вопросъ оставался открытымъ, пока въ исходѣ восьмидесятыхъ годовъ не получилъ неожиданное разрѣшеніе. Это открытіе представляетъ одно изъ блестящихъ новѣйшихъ пріобрѣтеній ученія о питаніи растеній, почему мы и остановимся на немъ

нѣсколько подробнѣе. Какъ уже сказано выше, удобрение селитрой, оказывающее такое существенное вліяніе на злаки, не оказываетъ никакого вліянія на бобовыя растенія. Одинъ подобный опытъ изображенъ на фиг. 27. Два горшка (обозначенные буквами КР)

съ посѣвомъ овса получили всѣ необходимыя минеральныя удобрения, но не получили селитры; другіе два (обозначенные буквами КРС) получили сверхъ минеральнаго удобрения и селитру, — результатъ говорить самъ за себя. Такой же опытъ сдѣланъ надъ горохомъ (въ верхней части рисунка, обозначеніе то же), и результатъ получился отрицательный, т.-е. присутствіе селитры ничѣмъ не обнаружилось. Значитъ, горохъ можетъ добывать себѣ азотъ, даже когда его нѣтъ въ составѣ почвы. Очевидно, горохъ можетъ получать азотъ



Фиг. 29.

изъ воздуха. Но при какихъ условіяхъ? Задавшись этимъ вопросомъ, изслѣдователи вспомнили, что на корняхъ бобовыхъ растеній давно, еще древними, подмѣчены какіе-то желвачки (фиг. 30). Эти желвачки появляются вслѣдствіе зараженія корней бактеріями, повидимому, очень распространенными въ почвѣ. Доказывается это очень просто. Берутъ бобовое расте-

ніе и воспитываютъ его въ растворѣ такъ, чтобы одна прядь корня была въ одномъ сосудѣ, другая въ другомъ. Въ одномъ сосудѣ растворъ прокипяченъ, въ другомъ прибавлено немного почвеннаго настоя, содержащаго бактеріи. Оказывается, что на той пряди корня, которая погружена въ прокипяченный, стерилизованный растворъ, желвачковъ съ бактеріями не появляется. Что именно отъ присутствія въ почвѣ этихъ бактерій зависитъ усвоеніе азота воздуха, доказывается такимъ опытомъ (фиг.



Фиг. 30.

31). Рядъ стеклянныхъ сосудовъ съ горохомъ получилъ почву, лишенную азота, но зараженную почвеннымъ настоемъ, содержавшимъ бактеріи, а другой рядъ получилъ почву стерилизованную нагрѣваніемъ или политую почвеннымъ настоемъ, предварительно прокипяченнымъ и, слѣдовательно, также стерилизованнымъ. Результатъ поразителенъ: только растенія (фиг. 31, нечетные сосуды), которые выросли на почвѣ, содержавшей бактеріи, вызывающія образованіе желвачковъ, развились нормально, остальные (фиг. 31, четные сосуды) зачахли. Такимъ образомъ, мы убѣждаемся, что особенность гороха и всѣхъ бобовыхъ, отличающая ихъ отъ злаковъ—способность

усваивать свободный азотъ атмосферы, — находится въ связи съ способностью изъ корней заражаться извѣстными бактеріями почвы. Но какъ и гдѣ происходитъ этотъ процессъ усвоения азота, до сихъ поръ еще не вполне выяснено.

Рождается еще вопросъ: достаточно ли для прокормленія растеній такихъ, какъ выше было сказано, крайне слабыхъ почвенныхъ растворовъ? Отвѣтить на это мы можемъ только, прибѣгнувъ къ слѣдующимъ вычисленіямъ. Мы знаемъ, сколько на извѣстную площадь земли выпадетъ дождя, мы знаемъ,

сколько эта дождевая вода может извлечь питательныхъ веществъ изъ почвы, знаемъ, съ другой стороны, сколько золы заключается въ цѣлой жатвѣ, снятой съ той же площади земли; этихъ данныхъ достаточно для того, чтобы разрѣшить вопросъ: въ состояніи ли растенія довольствоваться этою жидкою пищей? Для очень только плодородныхъ почвъ отвѣтъ получается положительный, для остальныхъ — отрицательный. Растеніе, повидимому, обыкновенно не довольствуется одною жид-



Фиг. 31.

кою пищу, оно пользуется и веществами, нерастворимыми въ почвенной водѣ. Но въ такомъ случаѣ корню самому нужно идти навстрѣчу своей пищѣ, ему нужно, по возможности, обѣжать всѣ сосѣднія частицы почвы для того, чтобы между массой бесплоднаго вещества отыскать такъ рѣдко, такъ скупой разсѣянные частицы питательныхъ веществъ. Это прямо приводитъ насъ къ разсмотрѣнію второго изъ поставленныхъ нами вопросовъ. Узнавъ, что составляетъ пищу корня, постараемся узнать, *какъ* добываетъ онъ эту пищу.

Для того, чтобы узнать, какъ исполняетъ свое отправленіе корень, намъ необходимо прежде всего ознакомиться съ его строеніемъ.

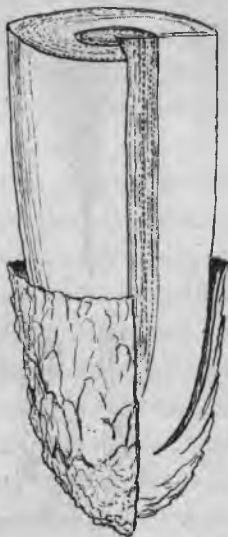
По виѣшнему виду корень представляетъ два рѣзко между собою различающіеся типа. Или онъ идетъ въ глубь, однимъ сплошнымъ стержнемъ, постепенно пріостраивающимся и переходящимъ въ тонкую нить, — таковъ, на примѣръ, корень свекловицы, моркови, льна; или онъ сразу, почти у самой поверхности почвы, рассыпается въ цѣлую прядь нитевидныхъ мочекъ, — какъ, на примѣръ, у нашихъ злаковъ: ржи, пшеницы и проч. Корни перваго рода мы такъ и называемъ *стержневыми*, а второго — *мочковатыми*. Эти два крайніе типа, развѣтвляясь и различнымъ образомъ усложняясь, обусловливаютъ все равнообразіе формъ, представляемыхъ этимъ органомъ.

Всякій корень, будетъ ли то стержень, отдѣльная мочка или ихъ вѣтви, растетъ подобно стеблю, удлиняясь, вытягиваясь на своей верхушкѣ. Но если мы сравнимъ конечную точку стебля и корня, то увидимъ въ нихъ замѣтную разницу. Если, удаливъ въ почкѣ всѣ листья, мы обнажимъ вершину стебля, такъ называемый конусъ нарастанія, то увидимъ, что онъ представитъ намъ самую молодую, самую нѣжную часть стебля, состоящую изъ мелкихъ, еще не вполне выросшихъ, клѣточекъ. Если же мы посмотримъ на кончикъ корня, который самъ по себѣ всегда обнаженъ, такъ какъ никогда не несетъ листьевъ, то нерѣдко уже простымъ глазомъ, лучше въ лупу, еще лучше въ микроскопъ, увидимъ, что онъ представляетъ безпорядочный, неопрятный видъ. Онъ покрытъ какъ бы колпачкомъ, нѣсколькими рядами клѣточекъ снаружи уже потерявшихъ между собою связь и только слѣпленныхъ какою-то слизью. Этотъ колпачокъ, или какъ его обыкновенно называютъ *чехликъ*, не что иное какъ наружные, отмирающіе и начинающіе уже разрушаться слои ткани, которые прикрываютъ и охраняютъ лежащую подъ ними нѣжную, молодую ткань конуса нарастанія (фиг. 32 *). Иногда этотъ чехликъ можно

*) Фиг. 32 изображаетъ оконечность корня съ чехликомъ при слабомъ увеличеніи.

снять съ верхушки корня какъ налечь перчатки. Физиологическое значеніе этого органа легко понять; онъ служитъ щитомъ, подъ прикрытіемъ котораго нѣжная растущая вершина корня пролагаетъ себѣ путь въ почвѣ. Если бы вершина корня была обнажена, оканчиваясь бы самыми молодыми клѣточками, то онъ, очевидно, не могъ бы исполнять своего назначенія; только толкая предъ собою чехликъ, онъ въ состояніи пробиваться впередъ между твердыми, грубыми и острыми частицами почвы.

Нѣсколько отступая отъ самой вершины, прикрытой чехликомъ, вся наружная поверхность кожицы корня покрыта длинными тонкими волосками (фиг. 33)*. Каждый такой волосокъ не что иное, какъ очень вытянутая клѣточка кожицы. Еще далѣе отъ вершины прекращается и этотъ поясъ волосковъ; поверхность корня тамъ покрыта кожицей, потерявшею свои волоски (фиг. 33), отчасти растрескавшейся, отчасти же кожа замѣнена уже другою тканью, въ родѣ той, которая находится на корѣ стеблей и которую ботаники вообще называютъ пробковою, такъ какъ съ пробкой она имѣетъ общее свойство—не пропускать воды. Такимъ образомъ по длинѣ корня мы отличаемъ три пояса: на самой вершинѣ чехликъ, затѣмъ поясъ волосковъ и, наконецъ, болѣе старую часть съ засохшею кожицею и пробковою тканью. Эта послѣдняя не можетъ служить для всасыванія воды и питательныхъ веществъ; самый кончикъ также не всасываетъ ихъ или всасываетъ въ недостаточномъ количествѣ, что доказано на опытѣ; слѣдовательно, всасывающая поверхность корня ограничивается поясомъ во-

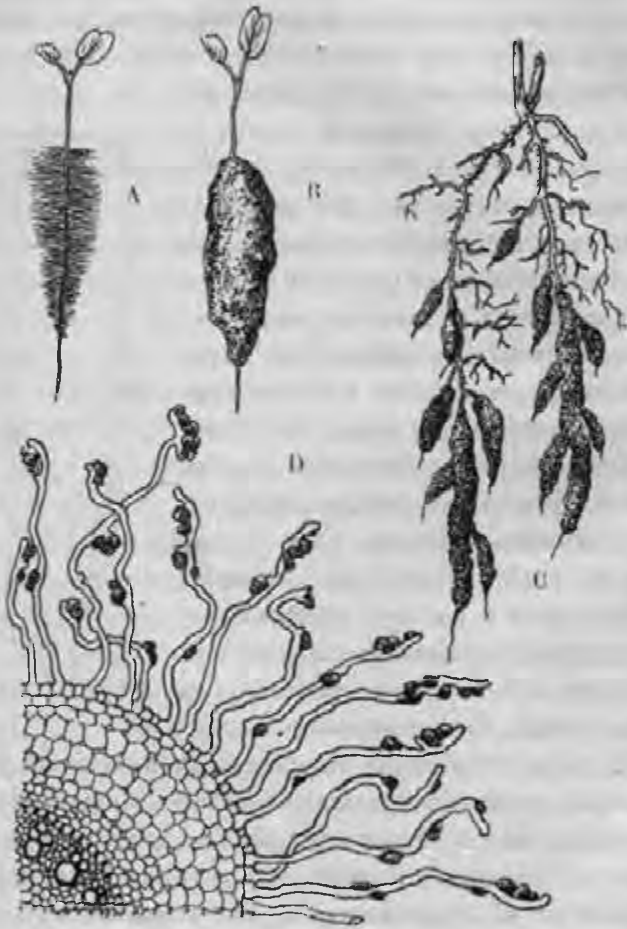


Фиг. 32.

*) Фиг. 33 изображаетъ молодой, покрытый волосками корешокъ (А), тотъ же корешокъ, вмѣстѣ съ частицами почвы, приставшими къ волоскамъ (В), болѣе взрослый, развѣтвившійся корень со старыми частями, уже лишенными волосковъ (С) и часть поперечнаго разрѣза корня подъ микроскопомъ, показывающую строеніе волосковъ и ихъ срастаніе съ частицами почвы (D).

лосковъ, и, дѣйствительно, эта ткань въ высшей степени про-
ницаема для воды, гораздо болѣе, чѣмъ кожа воздушныхъ
частей растенія.

Корень насъ интересуеъ главнымъ образомъ какъ органъ



Фиг. 33.

поглощенія, и съ этой точки зрѣнія крайне любопытно соста-
вить себѣ понятіе, какое протяженіе и какую поглощающую
поверхность представляетъ этотъ органъ. Одного взгляда на
тщательно обмытый и освобожденный отъ частичекъ почвы
корень любого растенія достаточно, чтобы убѣдиться, какъ зна-

чительна должна быть общая длина его, если бы мы приставили конецъ къ концу всѣ его безчисленныя вѣточки и мочки. Но самое смѣлое воображеніе оказывается позади дѣйствительности. Одинъ нѣмецкій ученый предпринялъ подобный, чисто египетскій, трудъ: вооружившись щипчиками, масштабомъ, циркулемъ и почти неистощимымъ запасомъ терпѣнія, онъ непосредственно измѣрилъ до малѣйшихъ развѣтвленій длину одного корня пшеницы. Результатъ получился поразительный. Оказалось, что общая длина такого корня равняется 520 метрамъ, или приблизительно *полуверстѣ*. Какъ ни велика эта цифра, она все еще не представляетъ намъ всей длины поглощающей поверхности корня. Вѣдь настоящую поглощающую поверхность представляютъ волоски. Посмотримъ, сколько же у нашей пшеницы волосковъ. Узнать это не трудно,—разумѣется, въ приблизительныхъ цифрахъ. Опредѣлимъ подъ микроскопомъ, сколько ихъ приходится на квадратный миллиметръ, и затѣмъ помножимъ на общую поверхность корня,—получимъ примѣрно 10.000.000. Помножимъ это число на среднюю длину волосковъ и получимъ дѣйствительно колоссальную цифру 20 километровъ или около *двадцати верстѣ*. Таковъ путь, который пробѣгаетъ въ объемѣ почвы, величиною съ обыкновенный цвѣточный горшокъ, корень пшеницы со всѣми его волосками. Я сказалъ путь, который пробѣгаетъ корень со всѣми своими волосками, и дѣйствительно, эта цифра не представляетъ намъ длины ихъ въ какой-нибудь моментъ жизни растенія. Не всѣ эти волоски дѣйствуютъ одновременно. Такъ, на примѣръ, на фиг. 31 С дѣйствительны только нижнія части корня; выше волосковъ уже нѣтъ; да въ нихъ тамъ нѣтъ и надобности; они уже тамъ были и отняли у твердыхъ частицъ почвы ихъ питательныя начала. Если мы высчитаемъ, какую общую поверхность составятъ всѣ волоски, которые производитъ въ теченіе жизни корень пшеницы вмѣстѣ съ несущими ихъ мочками, то увидимъ, что эта величина почти во сто разъ превышаетъ площадь земли, приходящуюся въ полѣ на долю каждаго пшеничнаго растенія. Если же мы вычислимъ затѣмъ, какой объемъ составляютъ эти тянущіеся почти на двадцать верстѣ волоски, то убѣдимся, что всѣ они умѣстились бы въ

сосудъ величиною съ наперстокъ (около 1,5 кубическаго сантиметра).

Такимъ образомъ, въ корнѣ, и особенно въ его волоскахъ, мы видимъ органъ, который при ничтожномъ объемѣ представляетъ значительную поверхность, благодаря тому, что этотъ объемъ растянутъ въ длину почти на двадцать верстъ. Природа здѣсь прибѣгла къ уловкѣ, подобной той которую поэтическое сказаніе приписываетъ Дидонѣ, основательницѣ Карфагена. Дидона выпросила себѣ клочокъ земли, который охватить одна воловья шкура, и оказалось, что эта шкура охватила всю мѣстность будущаго Карфагена. Для этого она разрѣзала шкуру на тончайшіе ремешки. Но ремешки Дидоны, очевидно, ничто въ сравненіи съ волосками корня, которые значительно тоньше человѣческаго волоса.

Не трудно понять громадное физиологическое значеніе этого преобладающаго развитія въ длину. Благодаря ему корень, при возможно малой затратѣ строительнаго матеріала, въ состояніи обѣжать возможно большее число частицъ почвы, придти съ ней въ возможно тѣсное прикосновеніе. Тѣхъ данныхъ, которыми мы обладаемъ, достаточно для того, чтобы приблизительно вычислить разстояніе, на какомъ будутъ находиться частицы почвы отъ поверхности корневыхъ волосковъ нашего пшеничнаго растенія.

Для этого мы должны прибѣгнуть къ статистическому методу, къ пріему статистиковъ, которые, пренебрегая отдѣльною личностью, единичнымъ существованіемъ, говорятъ только о среднемъ человѣкѣ, о средней жизни и т. д.; и не только говорятъ, но иногда очень наглядно изображаютъ свои среднія величины. Такъ, напримѣръ, посѣтителѣмъ петербургскаго сельскохозяйственнаго музея, конечно, памятна зловѣщая, почтенныхъ размѣровъ посудина, изображающая годичную пропорцію водки, выпиваемую *среднимъ* русскимъ человѣкомъ, не исключая женщинъ и дѣтей. Тутъ же рядомъ съ нею возвышается и горка хлѣбнаго зерна, необходимаго для полученія этой водки. Послѣдуемъ примѣру статистиковъ и постараемся представить возможно наглядно, какой объемъ почвы приходится на *среднюю* корневую мочку пшеницы. Мы знаемъ, среднимъ числомъ,

какая площадь земли приходится въ полѣ на каждое растеніе, мы знаемъ глубину слоя, занятаго корнями, слѣдовательно, знаемъ, какой объемъ почвы приходится на каждое растеніе. Въ этой стеклянной банкѣ отмѣрено это количество. Представимъ себѣ, что мы желали бы всыпать всю эту землю въ сосудъ или, вѣрнѣе, въ трубку, длиною въ тѣ *полверсты*, на которыя тянется нашъ корень. Спрашивается, какъ великъ былъ бы поперечникъ этой трубки. Вычисленіе даетъ *три миллиметра*. Если бы въ стеклянную трубку такого внутреннего поперечника мы пропустили корневую мочку съ ея волосками, то эти волоски уперлись бы въ стѣну трубки *). Итакъ, если бы всѣ мочки корня распредѣлить совершенно равномерно въ предоставленной имъ почвѣ, то на долю каждой мочки пришелся бы только цилиндръ почвы, по всѣмъ направленіямъ пронизанный ея волосками; волоски сосѣднихъ мочекъ соприкасались бы своими концами, и, слѣдовательно, самое дальнее разстояніе частицы почвы отъ волоска равнялось бы половинѣ промежутка между сосѣдними волосками того же корня; оно равнялось бы примѣрно $\frac{1}{15}$ миллиметра. Это вычисленіе даетъ намъ, слѣдовательно, самое дальнее разстояніе, съ котораго наша *средняя* мочка должна получать свою пищу; поэтому мы можемъ заключить, въ какое тѣсное прикосновеніе приходитъ корень съ твердыми частицами почвы. Конечно, не всякая корневая мочка находится въ такихъ *благопріятныхъ* условіяхъ, но вѣдь и не всякій русскій человѣкъ находится въ такихъ *неблагопріятныхъ* условіяхъ, чтобы выпивать ту роковую посудину, о которой была выше рѣчь. Повторяю, это только статистическая средняя, дающая намъ наглядное представленіе о томъ, какой совершенный органъ поглощенія мы имѣемъ въ корнѣ. Это совершенство приспособленія выигрываетъ еще отъ замѣчательной особенности корня развиваться преимущественно въ тѣхъ частяхъ почвы, гдѣ онъ встрѣчаетъ наиболѣе питательныхъ веществъ. Фактъ этотъ былъ доказанъ слѣдующимъ образомъ. Въ цвѣточномъ горшкѣ насаивали землю такъ, чтобы слои плодородной почвы чередовались со слоями бесплодной, и ока-

*) На лекціи это было пояснено моделью.

залось, что корни особенно роскошно развивались въ плодородной, и только жалкія тощія мочки пронизывали бесплодные слои. Эта особенность, въ связи съ громаднымъ протяженіемъ волосковъ, какъ бы указываетъ намъ на то, что корни сами должны идти навстрѣчу своей пищѣ, что для нихъ обыкновенно недостаточно жидкой пищи, доставляемой водою. Предположеніе это находитъ, повидимому, подтвержденіе и въ томъ фактѣ, что корни, воспитываемые въ растворахъ или въ почвѣ, залитой водою, имѣютъ мало или вовсе не имѣютъ волосковъ, и растение отъ того не страдаетъ. Оно и понятно: въ жидкой средѣ питательное вещество само стремится навстрѣчу корню; послѣднему нѣтъ надобности въ особенно большой поверхности.

Мы уже не разъ повторяли, что корень, вѣроятно, принимаетъ пищу и отъ твердыхъ частицъ почвы, но какъ это себѣ объяснить? Всѣ наружныя части корня, его кожа и волоски состоятъ изъ клѣточекъ, т.-е. глухихъ пузырьковъ или трубочекъ, въ стѣнкахъ которыхъ никогда нѣтъ отверстій. Частицы почвы могутъ очень плотно прилегать къ корневымъ волоскамъ, какъ это видно на рисунокѣ (фиг. 34 D.), но никогда не пробуравливаютъ ихъ стѣнокъ. Какъ же согласить это противорѣчіе: твердыя тѣла служатъ для питанія корня, но не проходятъ чрезъ стѣнки его клѣточекъ? Для разъясненія этого кажущагося противорѣчія прибѣгаемъ къ слѣдующему наглядному опыту. Стеклянная банка до краевъ наполнена водою, а затѣмъ отверстіе плотно завязано пузыремъ. Наружная поверхность пузыря тщательно обтерта пропускною бумагой, такъ что она представляется совершенно сухою. На эту сухую поверхность мы насыпаемъ порошокъ мѣла. Мѣлъ—твердое тѣло, пузырь не содержитъ отверстій и однако мы вскорѣ увидимъ, что этотъ мѣлъ исчезнетъ, пройдетъ чрезъ пузырь и очутится въ растворѣ, въ банкѣ. Для этого не нужно даже дожидаться, чтобъ онъ весь исчезъ; мы имѣемъ средства—очень чувствительныя реактивы, для того, чтобъ узнавать присутствіе въ водѣ известковой соли. Вотъ, напримѣръ, эта безцвѣтная жидкость (щавелево-амміачная соль) имѣетъ особенность давать съ растворимыми солями извести бѣлый осадокъ. Приливаю его къ водѣ, взятой изъ банки до опыта,—осадка нѣтъ. Беру

пробу воды изъ банки, послѣ того какъ на ея пузырьѣ полежа́ль нѣсколько времени порошокъ мѣла; приливаю реактива—получается обильный бѣлый осадокъ, вода уже содержитъ известь,—значить часть мѣла прошла чрезъ пузырь. Этотъ, съ перваго раза озадачивающій, опытъ объясняется очень просто. Пузырь, какъ бы тща́тельно его ни обтирали пропускною бумагой, только кажется сухимъ, въ сущности же онъ всегда пропитанъ жидкостью, которая оmyваетъ его изнанку, а эта жидкость была не просто вода, а вода, слегка подкисленная уксусною кислотой. Слѣдовательно, пузырь смоченъ кислотой, а кислота, какъ мы знаемъ, растворяетъ мѣлъ. Въ каждой точкѣ, гдѣ мѣлъ соприкасается съ влажнымъ пузыремъ, онъ растворяется, и растворъ этотъ проходитъ чрезъ пузырь въ банку. Все это происходитъ незамѣтно для глаза, потому намъ и кажется, будто сухое твердое тѣло ненонятнымъ для насъ образомъ проходитъ чрезъ сухой пузырь. На основаніи этого опыта заключаемъ, что если только стѣнки клѣточекъ увлажнены кислотой, то онѣ легко могутъ пропускать чрезъ себя твердыя вещества, растворяющіяся въ этой кислотѣ.

Не происходитъ ли чего нибудь подобнаго съ корнями? Для того, чтобы доказать возможность подобнаго явленія, необходимо доказать, что поверхность корней представляетъ кислую реакцію. Для этого стоитъ только приложить корень къ такъ называемой лакмусовой бумагѣ, которую химики употребляютъ для того, чтобы узнавать присутствіе кислоты. Синій цвѣтъ этой бумаги отъ дѣйствія кислоты переходитъ въ красный. И дѣйствительно, кончики корня оставляютъ на синей бумагѣ красный слѣдъ. Существуютъ указанія, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ эта кислота—та же уксусная, которую мы употребили въ нашемъ опытѣ. Сверхъ того, корень, какъ и всякая другая часть растенія, постоянно дышитъ, т.-е. выдѣляетъ углекислоту; убѣдиться въ этомъ можно такимъ же опытомъ, какимъ мы убѣдились въ дыханіи прорастающихъ сѣмянъ. А углекислота растворяетъ многія вещества, не растворимыя просто въ водѣ. Вотъ, напри́мѣръ, вода, въ которой взмученъ тончайшій порошокъ фосфорно-известковой соли, содержащей, слѣдовательно, два важныя питательныя вещества

для растенія. Я пропускаю чрезъ эту воду струю углекислоты и черезъ нѣсколько времени муть исчезаетъ,—соль растворялась.

Итакъ, корни представляютъ кислую реакцію и выдѣляютъ еще углекислоту, а эти кислоты должны дѣйствовать растворяющимъ образомъ на окружающія частицы почвы, тѣмъ болѣе, что волоски какъ мы видѣли, приходятъ въ очень тѣсное прикосновеніе, почти срастаются съ этими частицами (см. фиг. 33 D). Но, можетъ быть, вмѣсто всѣхъ этихъ косвенныхъ соображеній, желательно было бы непосредственно, на опытѣ, убѣдиться въ томъ, что корни оказываютъ подобное растворяющее дѣйствіе на твердыя частицы почвы. Для этого возьмемъ тщательно отполированную пластинку изъ бѣлаго мрамора,—мраморъ по химическому составу тотъ же мѣлъ,—и зароемъ ее на дно плоскаго цвѣточнаго горшка. Посадимъ въ горшокъ какое-нибудь растеніе, положимъ бобы. Корешки этого боба вскорѣ достигнутъ мраморной пластины, разстелются по ней и плотно прильнутъ къ ея полированной поверхности. Если, по прошествіи нѣсколькихъ дней, мы откопаемъ пластинку, обмоемъ, высушимъ ее и потомъ взглянемъ на нее, держа ее противъ свѣта, то на гладкой, отражающей свѣтъ, поверхности увидимъ матовые червеобразные слѣдки. Это—отпечатки корней, которые, прикасаясь къ гладкому мрамору своею кислотою поверхностью, вытравили въ немъ свое изображеніе. Слѣдки эти, конечно, не глубоки, но тѣмъ не менѣе очень явственны *).

Послѣ этого не можетъ быть сомнѣнія, что растеніе въ состояніи заимствовать свою пищу какъ отъ растворовъ, такъ и отъ твердыхъ частицъ почвы. Фактъ этотъ подтверждается еще слѣдующимъ любопытнымъ опытомъ. Корень уже достаточно развившагося растенія былъ тщательно обмытъ и раздѣленъ на двѣ пряди; одна погружена въ воду, другая въ почву, которая затѣмъ уже не поливалась. Растеніе, несмотря на то, продолжало развиваться; одною прядью оно сосало воду, дру-

*) Эти слѣдки можно сдѣлать еще болѣе явственными, если натереть ихъ наскребленнымъ графитомъ.

гою—отнимало у твердыхъ частицъ почвы необходимыя питательныя вещества.

Наконецъ, существуютъ и такія растенія, какъ, на примѣръ, лишайники, которыя въ видѣ пѣнокъ или накипи поселяются на голой поверхности камней, говорятъ, даже на поверхности полированного стекла, и разрушаютъ эти вещества, добывая изъ нихъ необходимую минеральную пищу. Замѣчательно, что эти растенія отличаются изобиліемъ кислотъ, особенно щавелевой.

Намъ остается разрѣшить послѣдній изъ трехъ вопросовъ, поставленныхъ въ началѣ этой бесѣды. *Почему* изъ разнородныхъ веществъ, встрѣчаемыхъ корнями въ почвѣ, они притягиваютъ именно тѣ, которыя нужны растенію? Прежде чѣмъ дать отвѣтъ на этотъ вопросъ, ознакомимся нѣсколько подробнѣе съ самымъ фактомъ. Если въ растворѣ двухъ солей—скажемъ, селитры и обыкновенной поваренной соли—воспитывать растеніе, то вскорѣ убѣдимся, что одну изъ этихъ солей, именно селитру, корень высосетъ до конца, другую же, поваренную соль, въ которой растеніе не нуждается, почти не тронетъ. Подобные факты невольно смущали ученыхъ; казалось, будто корень способенъ разсуждать, *выбирать* себѣ пищу, одно вещество принимать, другое оставлять. Какъ въ самомъ дѣлѣ объяснить эту разборчивость? Не можемъ же мы допустить въ корнѣ особую волю или инстинктъ. Объясненіе очень просто и мы имъ обладаемъ уже давно. Вспомнимъ только нашу искусственную клѣтку и ея отношеніе къ желѣзной соли (см. II лекцію). Обѣ соли, селитра и поваренная соль, легко диффундируютъ и, слѣдовательно, обѣ попадутъ въ клѣточки корня и оттуда въ остальныя части растенія. Но дальнѣйшая участь обѣихъ въ растеніи будетъ совершенно различна. Селитра въ немъ разложится и ея азотъ послужитъ для образованія бѣлковыхъ и другихъ сложныхъ азотистыхъ органическихъ соединений *); вслѣдствіе этого поступитъ въ растеніе новое ко-

*) Мы въ правѣ это утверждать потому, что можемъ воспитывать растеніе, доставляя ему только одинъ источникъ азота—селитру.

личество селитры, которое вновь превратится въ вещество растенія, и такъ далѣе и далѣе. Иное дѣло—поваренная соль: она будетъ поступать въ растеніе по законамъ диффузіи до тѣхъ поръ, пока въ растеніи и внѣ его получится растворъ одинаковой крѣпости; на этомъ ея поступленіе въ растеніе и остановится. Если бы случайно ея оказалось въ растеніи болѣе, чѣмъ снаружи, то, на основаніи тѣхъ же законовъ диффузіи, этотъ избытокъ выйдетъ обратно изъ растенія въ растворъ. Теперь понятно, почему именно тѣ вещества, которыя перерабатываются, усваются растеніемъ, которыя ему нужны (какъ въ нашемъ примѣрѣ селитра), будутъ извлекаться изъ раствора, тѣ же, которыя не нужны растенію (какъ въ нашемъ примѣрѣ поваренная соль), останутся нетронутыми или—правильнѣе—почти нетронутыми.

Для объясненія разборчивости корня, оказывается, нѣтъ надобности прибѣгать къ какой-нибудь разумной волѣ, къ какимъ-нибудь привычкамъ, вкусамъ или инстинкту,—для этого достаточно однихъ законовъ физики.

На этомъ мы должны разстаться съ корнемъ, чтобы въ слѣдующей бесѣдѣ перейти къ другому органу—листу. Понятно, что въ одной краткой лекціи нѣтъ возможности исчерпать такую богатую и разработанную тему, но, я полагаю, и того, что мы узнали, уже достаточно, чтобы составить себѣ общую картину жизни корня, который, пробѣгая въ столь ограниченномъ пространствѣ свой многоверстный путь, милліонами своихъ волосковъ сосетъ и точитъ и гложетъ почву, отнимая у нея такъ скудно разсѣянные въ ней азотъ и элементы золы, эти восемь тѣлъ, безъ которыхъ невозможно существованіе растенія.

V.

Л и с т ь.

Въ настоящей бесѣдѣ мы поставимъ себѣ задачей ознакомиться въ главныхъ чертахъ съ жизнью листа. Эта задача будетъ нѣсколько труднѣе и сложнѣе предшествовавшей, потому что едва ли о какомъ органѣ растенія существуютъ такія неполныя и ложныя понятія въ средѣ людей, незнакомыхъ съ наукой. Ни одинъ растительный органъ не испыталъ на себѣ человѣческой несправедливости въ такой степени, какъ листъ. Въ теченіе вѣковъ, до конца прошлаго столѣтія, человѣкъ упорно отказывался видѣть въ немъ прямую пользу. Тогда какъ польза корня, какъ органа питанія, цвѣтка и сѣмени, какъ органовъ размноженія, была неоспоримо признана за ними съ незапамятныхъ временъ, листъ продолжалъ пользоваться легкомысленною славой пышнаго, но бесполезнаго наряда; много, много, если въ немъ соглашались видѣть органъ для изверженія вредныхъ испареній. А между тѣмъ, какъ мы вскорѣ увидимъ, листъ, такъ же какъ и корень, необходимъ для питанія растенія; мало того, онъ-то именно и доставляетъ главную, въ количественномъ и качественномъ отношеніи, пищу растенія; можно сказать, что въ жизни листа выражается самая сущность растительной жизни, что растеніе это—листъ.

Невѣрность такъ долго господствовавшаго воззрѣнія на листъ и его значеніе вполне объясняется своеобразиемъ процессовъ питанія, совершающихся въ этомъ органѣ и нисколько непохожихъ, ни по природѣ пищи, ни по способу ея принятія, на явленія питанія въ животномъ организмѣ, которыя невольно представляются уму, когда мы употребляемъ это выраженіе.

Но потому именно эти процессы составляют наиболѣе характеристическую особенность растенія, какъ мы сказали, самую сущность растительной жизни.

Какія же вещества принимаетъ листъ? Что служить ему пищей? Отвѣтъ на это у насъ уже отчасти готовъ. Очевидно, тѣ вещества, которыя, входя въ составъ растенія, не доставляются ему корнемъ.

Мы видѣли, что изъ одиннадцати перечисленныхъ элементовъ (двѣнадцатый, кремній, не оказался необходимымъ) семь элементовъ золы: фосфоръ, сѣра, хлоръ, калий, кальцій, магній и желѣзо, а также азотъ поступаютъ чрезъ корень. Кромѣ того, тѣмъ же путемъ ноступаетъ вода, значить,—водородъ и кислородъ. Остается *углеродъ*, эта основа всякаго органическаго вещества. О немъ въ нашихъ искусственныхъ культурахъ мы нисколько не заботились, прокаливая землю, воспитывая растенія, содержащія въ тысячи, въ десятки тысячъ разъ болѣе углерода, чѣмъ его было во взятомъ для опыта сѣмени. Вѣдь углеродъ составляетъ количественно самую важную часть растенія (около 45%), и, однако, этого-то вещества мы не только не доставляли корнямъ, но даже систематически его изгоняли изъ окружающей ихъ среды. Значить растеніе можетъ жить, не получая углерода чрезъ корень. Другой вопросъ: получаетъ ли оно его этимъ путемъ въ дѣйствительности, то-есть при естественныхъ условіяхъ существованія. Понятно, что сказать: растеніе *можетъ не получать* углерода корнями, не значитъ еще сказать растеніе *не можетъ получать* углерода корнями, хотя эту ошибку дѣлаютъ нерѣдко. До настоящаго времени не доказано, чтобы растеніе не могло заимствовать своего углерода и отъ органическаго вещества почвы. Обсужденіе этого вопроса завлекало бы насъ слишкомъ далеко, да и къ тому же онъ представляетъ мало интереса, такъ какъ не трудно показать, что если бъ этотъ углеродъ и принималъ участіе въ жизни растенія, то это участіе должно быть ничтожно и едва ли заслуживаетъ вниманія. Въ самомъ дѣлѣ, если бы растеніе извлекало свой углеродъ исключительно или даже главнымъ образомъ изъ органическаго вещества почвы, то почва, покрытая растительностью, продукты которой, такъ или иначе, удаляются, должна бы со вре-

менемъ становиться бѣднѣ перегноемъ; но ежедневный опытъ учитъ, что, наоборотъ, почва подъ полемъ, лугомъ или лѣсомъ становится богаче перегноемъ. При культурѣ, въ полѣ, мы ежегодно вывозимъ съ поля болѣе органическаго вещества, въ видѣ жатвы, чѣмъ вносимъ въ почву, въ видѣ удобрения, и однако почва, тщательно унавоживаемая, становится богаче перегноемъ. Очевидно, что растеніе въ итогѣ не только не извлекаетъ изъ почвы, но даже вноситъ въ нее органическое вещество; значить, во всякомъ случаѣ, главный источникъ углерода растенія находится не въ почвѣ. А если не въ почвѣ, то значить въ воздухѣ; а если въ воздухѣ, то онъ вѣроятно принимается органомъ по преимуществу воздушнымъ — листомъ. Посмотримъ, какой же это источникъ углеродистой пищи существуетъ въ воздухѣ и какъ принимается онъ растеніемъ.

Атмосферный воздухъ, кромѣ азота и кислорода, содержитъ еще очень небольшое количество углекислоты, нѣсколько десятитысячныхъ. Эта углекислота состоитъ изъ углерода и кислорода. Слѣдовательно, этотъ безцвѣтный газъ, ничѣмъ по виду не отличающійся отъ воздуха, содержитъ частицы угля. Хотя я убѣжденъ, что никто не сомнѣвается въ справедливости этого факта, но тѣмъ не менѣе] во всякомъ фактѣ слѣдуетъ по возможности убѣждаться собственными глазами, а на этотъ разъ это легко осуществить. Для того, чтобъ обнаружить присутствіе углерода въ углекислотѣ, необходимо отнять у нея кислородъ. Этого можно достигнуть, заставивъ кислородъ соединиться съ какимъ-нибудь тѣломъ, обладающимъ еще большимъ къ нему сродствомъ. Таковъ, напримѣръ металлъ магній, проволока изъ котораго сгораетъ, распространяя ослѣпительный свѣтъ. Зажигаю проволоку и опускаю ее въ стеклянную банку, заключающую обыкновенный воздухъ; проволока сгораетъ и на дно падаетъ совершенно бѣлая зола: это — магнезія, соединеніе металла магнія съ кислородомъ. Повторяю тотъ же опытъ, но на этотъ разъ погружаю горящую проволоку въ сосудъ съ углекислотой; теперь она уже вынуждена добывать себѣ кислородъ, отнимая его у углерода, и этотъ послѣдній долженъ обнаружиться. И дѣйствительно, на этотъ разъ проволока горитъ не тихо, а съ трескомъ, какъ бы съ цѣлымъ рядомъ ма-

ленькихъ взрывовъ, и на стѣнкахъ стекляннаго сосуда осаждается черная копоть. Это—освободившійся углеродъ.

Итакъ, въ атмосферномъ воздухѣ, въ невидимой для глаза формѣ, постоянно присутствуетъ громадный запасъ углерода.

Углекислота содержится и во всякой водѣ, находящейся въ прикосновеніи съ атмосфернымъ воздухомъ. Отсюда и заимствуютъ ее подводныя растенія. Надъ этими или вообще надъ погруженными въ воду листьями, хотя бы и не водяныхъ растеній, всего удобнѣе убѣдиться въ существованіи обмѣна между листомъ и раствореннымъ въ водѣ газомъ. Вотъ нѣсколько опытовъ, которые легко произвести въ любое ясное солнечное утро.

Нарвемъ побольше листьевъ и, не давъ имъ завянуть, помѣстимъ ихъ подъ стеклянный колоколь, наполненный доверху



Фиг. 34.

водой и опрокинутый въ стеклянный же сосудъ (фиг. 34). Понятно, мы продѣлываемъ это въ ведрѣ съ водой, въ которое удобно погрузить и колпакъ и сосудъ. Если вода была взята обыкновенная, а еще лучше если чрезъ нее до опыта пропускалась углекислота, то, выставивъ нашъ приборъ на свѣтъ, мы увидимъ вскорѣ, что нижняя поверхность листьевъ покрывается серебристымъ слоемъ (пузырьками).

Если мы оставимъ его еще долѣе, то въ верхней части колокола наберется значительное количество газа, а избытокъ воды будетъ вытѣсненъ въ наружный сосудъ, какъ это изображено на фигурѣ 34.

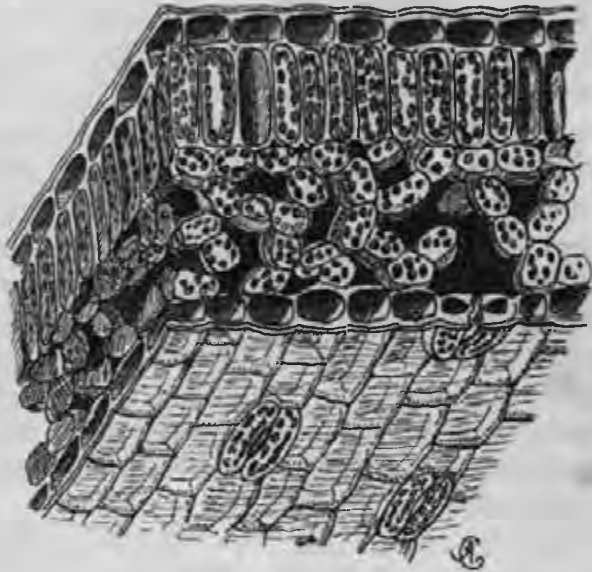
Повторимъ рядомъ тотъ же опытъ, но съ водою прокипяченною или только не содержащею углекислоты. Замѣтимъ, что пузырьковъ газа не будетъ появляться. Дѣлаемъ выводъ: листья выдѣляютъ газъ, но только тогда, когда вода содержитъ углекислоту.

Съ перваго взгляда поражаетъ, почему пузырьки выдѣляются только съ нижней стороны листа, но явленіе это станетъ понятнымъ, какъ только мы познакомимся съ микроскопическою анатоміей листа.

Въ каждомъ листѣ, или, правильнѣе, собственно въ его пла-

стинѣ, мы различаемъ по виду двѣ различныя части, при болѣе же тщательномъ изслѣдованіи—три. Двѣ части, бросающіяся въ глаза, это—нервы, или жилки, а въ промежуткахъ между ними—листовая мякоть. При тщательномъ анатомическомъ изслѣдованіи убѣждаемся, что верхняя и нижняя поверхность покрыта еще особою тканью—кожицей, которая легко отстаетъ, такъ что при извѣстной обработкѣ листа, именно, давъ ему вылежаться въ водѣ, мы можемъ распластать его на три слоя: верхнюю кожицу, среднюю часть и нижнюю кожицу. Изъ этой средней части, состоящей изъ жилокъ и мякоти, мякоть можно удалить, постукивая осторожно мягкой щеточкой, и тогда получаемъ изящную, тонкую и прозрачную, какъ паутина, сѣтку этихъ жилокъ или нервовъ. О значеніи этой части листа мы будемъ говорить впослѣдствіи, а пока обратимъ вниманіе исключительно на мякоть и кожицу. Кожица состоитъ изъ одного слоя клѣточекъ, расположенныхъ въ одной плоскости; мякоть же образуетъ рыхлую, губчатую ткань со значительными промежутками, наполненными воздухомъ. Потому листья плаваютъ на водѣ, но если изъ нихъ, подъ водой, выкачать воздухъ, то они потонутъ и въ то же время сдѣлаются болѣе темными, прозрачными; это зависитъ отъ того, что воздухъ въ промежуткахъ между клѣточками замѣщенъ водой. Послѣ этихъ предварительныхъ объясненій намъ станетъ понятенъ этотъ рисунокъ, изображающій въ увеличенномъ и нѣсколько схематическомъ видѣ четырехугольный кусочекъ, выкроенный изъ листа гдѣ-нибудь въ промежуткѣ между жилками (фиг. 35). Здѣсь видны двѣ плоскости разрѣза, долевая и поперечная, и нижняя поверхность листа. Мякоть состоитъ изъ клѣточекъ двоякаго рода: въ верхней части листа онѣ имѣютъ столбчатый видъ и расположены наподобіе частокола, вертикально къ поверхности листа; въ остальной части листа клѣточки разнообразной и неправильной формы, оставляющія между собой значительныя промежутки. Всѣ клѣточки мякоти, но въ особенности столбчатыя, содержатъ мелкія зеленыя крупинки; къ нимъ мы вернемся позднѣе, здѣсь же только кстати замѣтимъ, что листъ, равно какъ и всѣ зеленыя растенія, самъ по себѣ безцвѣтенъ и своимъ цвѣтомъ обязаны этимъ крупинкамъ.

Такова мякоть листа. Кожица, которую мы видим здѣсь и въ плоскости и въ разрѣзѣ, состоитъ изъ плоскихъ, продолговатыхъ, почти табличныхъ клѣточекъ. Между этими клѣточками на нижней поверхности разбросаны какіе-то особой формы органы,—одинъ изъ нихъ пришелся на краю разрѣза и перерѣзанъ пополамъ. Мы видимъ, что онъ состоитъ изъ двухъ изогнутыхъ дугой клѣточекъ, окаймляющихъ продолговатую щель. Это, слѣдовательно, отверстія, отдушины въ нижней кожицѣ, ведущія во внутренность листа. Органы эти получили

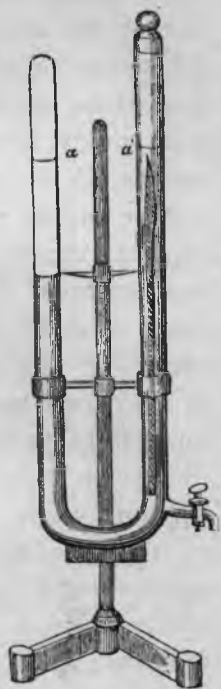


Фиг. 35.

названіе устьицъ. Число ихъ громадно; такъ, на одномъ листѣ липы ихъ *болѣе милліона*, и эта цифра не должна возбуждать недовѣрія, потому что способъ вычисленія очень простъ и точенъ. Присутствіе этихъ органовъ преимущественно на нижней поверхности листьевъ объясняетъ намъ, почему въ большей части случаевъ, въ опытахъ, подобныхъ выше нами описаннымъ, выдѣленіе газа наблюдается на нижней поверхности листьевъ. Объ этихъ устьицахъ намъ еще придется поговорить.

Посмотримъ теперь, какой же это газъ выдѣляется изъ

листа, когда на него дѣйствуетъ солнечный свѣтъ. Для этого стоитъ подождать, пока подъ колпакомъ (фиг. 34) наберется достаточное количество газа, и тогда, вынувъ пробку, просунуть въ горлышко едва тлѣющую лучинку,—она мгновенно вспыхнетъ и будетъ горѣть, разбрасывая искры. Это несомнѣнный признакъ кислорода; слѣдовательно, воздухъ, выдѣленный листьями,—кислородъ, или очень богатъ этимъ газомъ. Но мы уже видѣли, что опытъ идетъ успѣшно только тогда, когда въ водѣ растворена углекислорода. Рождается вопросъ, не существуетъ ли прямой связи между присутствіемъ углекислоты и появленіемъ кислорода? Нашъ опытъ, очевидно, не даетъ на него прямого отвѣта. Для того, чтобы узнать участь углекислоты, сообщаемъ ему такую форму. Возьмемъ приборъ, состоящій изъ трубки подковообразной формы (фиг. 36), съ однимъ колѣномъ глухимъ, а другимъ закрывающимся притертою пробкою *). Въ трубку наливаемъ воды и пропускаемъ углекислоту такъ, чтобы она занимала въ лѣвомъ глухомъ колѣнѣ пространство до подвижного значка, прикрѣпленнаго къ стативу (какъ показано на чертежѣ). Въ правое открытое колѣно погружаемъ длинный листъ злака и, доливъ колѣно водой до самаго края, закрываемъ пробкой такъ, чтобы подъ нею не осталось ни малѣйшаго пузырька воздуха. Затѣмъ выставляемъ приборъ на свѣтъ. Обнаруживается уже знакомое намъ явленіе: листъ покрывается мельчайшими пузырьками; пузырьки, достигнувъ извѣстной величины, поднимаются въ верхнюю часть трубки; тамъ накапливается замѣтное и постоянное увеличивающееся количество газа. Между тѣмъ какъ объемъ газа въ правомъ колѣнѣ будетъ расти, въ лѣвомъ—объ-



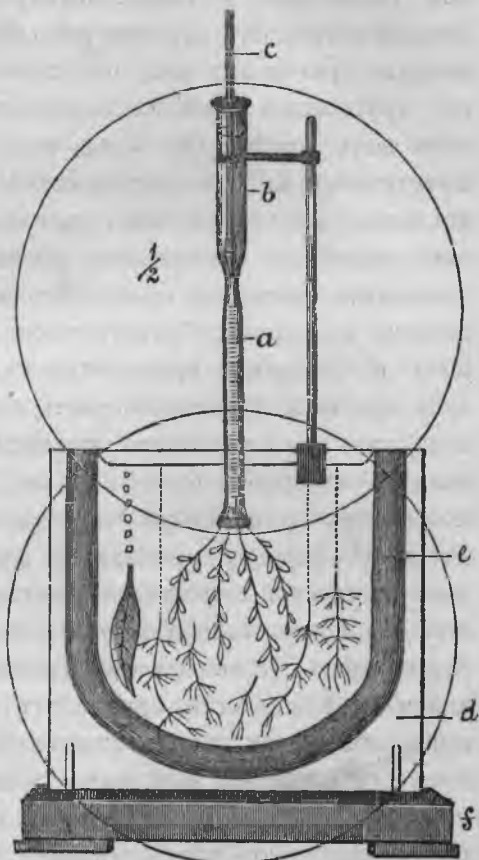
Фиг. 36.

*) Такъ называемый приборъ Гофмана, очень употребительный при наглядномъ преподаваніи химіи.

емъ углекислоты будетъ уменьшаться. Когда уровень воды въ правомъ будетъ при *a*, въ лѣвомъ онъ будетъ уже при *a*. Газъ въ правомъ колѣнѣ, очевидно, кислородъ, но для большей увѣренности мы можемъ вынуть пробку и испробовать его лучинкой. Убѣдившись, что это кислородъ, вновь доливаемъ трубку водой, вновь повторяемъ опытъ. Снова появится извѣстное количество кислорода, въ другомъ колѣнѣ исчезнетъ соотвѣтствующее количество углекислоты. Мы знаемъ, что это углекислота, потому что сами ее туда пропустили, но для большей убѣдительности послѣ нѣсколькихъ подобныхъ опытовъ, вновь доливая лѣвое колѣно водой, закрываемъ пробкой и, оборотивъ всю трубку, переводимъ остатокъ газа изъ лѣваго колѣна въ правое. Если затѣмъ мы испробуемъ этотъ газъ, то убѣдимся, что не только тлѣющая лучина не будетъ вспыхивать, но даже горящая будетъ тухнуть. Значить, этотъ газъ былъ и остался углекислотой. Ходъ опыта легко понять: углекислота въ лѣвомъ колѣнѣ постоянно растворяется въ водѣ, но этотъ растворъ ея при дѣйствіи листа въ правомъ колѣнѣ разлагается и выдѣляетъ кислородъ. Вслѣдствіе этого растворяется новое количество углекислоты и т. д. Этотъ опытъ доказываетъ намъ, правда не въ особенно точной, но зато очень наглядной формѣ, тотъ фактъ, что углекислота, проходя изъ одного колѣна въ другое *мимо листа*, превращается въ кислородъ, то-есть разлагается и при этомъ объемы исчезающей съ одного конца углекислоты и появляющагося съ другого конца кислорода приблизительно равны. Такъ какъ химія учитъ насъ, что при сгораніи углерода въ кислородѣ, при образованіи углекислоты, извѣстный объемъ кислорода образуетъ равный объемъ углекислоты, то оказывается, что въ нашемъ опытѣ углекислота разлагается начисто, весь кислородъ ея выдѣляется, а весь углеродъ остается въ растеніи.

При помощи очень распространеннаго въ послѣдніе годы прибора, такъ называемаго *сцинтиллятора*, т.-е. усовершенствованнаго волшебнаго фонаря, мы можемъ во всякое время показать это явленіе разложенія углекислоты растеніемъ цѣлой обширной аудиторіи—прокладывая на экранѣ увеличенное изображеніе растенія и трубки, въ которой производится изслѣдо-

ваніе выдѣленнаго растеніемъ газа. Вотъ одна изъ наиболѣе наглядныхъ формъ этого опыта (фиг. 37). Стеклянная ваночка, состоящая изъ подковообразно согнутой стеклянной палочки (e) и двухъ зеркальных стеколъ (b), представляетъ намъ маленькій аквариумъ, населенный обыкновенными водяными растеніями. Если мы располагаемъ достаточно сильнымъ источникомъ свѣта, солнечнымъ, электрическимъ или даже Друмондовымъ, то можемъ отбросить на экранъ изображеніе этого миниатюрнаго аквариума (уменьшеннаго на фиг. 37 въ два раза) величиною въ сажень и болѣе, и во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ стебельки или черешки листьевъ перерезаны, замѣтимъ любопытное явленіе выдѣленія кислорода растеніемъ, разлагающимъ углекислоту *). Для этого, конечно, вода должна содержать углекислоту, а свѣтъ долженъ быть достаточно ярокъ; въ отсутствіи этихъ двухъ условій выдѣленія пузырьковъ не будетъ замѣтно, но зато, когда свѣтъ достаточно силенъ (солнечный или электрический), они устремляются вереницей, на подобіе четоковъ. Остается убѣдиться, что этотъ газъ состоитъ изъ кислорода



Фиг. 37.

*) Водяныя растенія въ своихъ подводныхъ частяхъ лишены устьицъ, но снабжены внутренними воздушными полостями, куда и поступаетъ кислородъ, выдѣляющійся затѣмъ пузырьками изъ случайныхъ отверстій.

или, правильнѣе, очень богатъ кислородомъ, такъ какъ онъ всегда содержитъ примѣсъ другихъ газовъ, растворенныхъ въ водѣ. Для этого концы нѣсколькихъ вѣточекъ подводимъ подъ расширенное отверстіе трубочки съ дѣленіями (а), наполненной, также какъ и ванна, водой, и собираемъ въ ней выдѣляющійся газъ. Въ перетянутой своей части трубка эта плотно закрыта притертымъ какъ пробка концомъ стеклянной палочки (с), проходящей чрезъ всю воронкообразно расширенную верхнюю часть трубки (b). Когда газа набралось достаточно, мы приступаемъ къ его изслѣдованію *). Онъ можетъ состоять изъ кислорода, выдѣленнаго растеніемъ, а также изъ атмосфернаго воздуха и углекислоты, растворенныхъ въ водѣ и, слѣдовательно, могущихъ проникнуть и въ полости растенія. Приливаемъ въ воронкообразную часть трубки раствора ѣдкой щелочи и осторожно приподнимаемъ палочку, такъ, чтобы щелочь проникла въ нижнюю часть, снабженную дѣленіями. Щелочь, какъ мы уже знаемъ, поглощаетъ углекислоту **). Если вначалѣ, въ трубкѣ было, наприм., 50 дѣленій газа, то послѣ поглощенія углекислоты его останется, скажемъ, 48 дѣленій. Тогда въ воронку приливаемъ другого вещества, раствора такъ-называемой *тирогалловой* кислоты, который имѣетъ свойство поглощать кислородъ, при чемъ окрашивается въ темно-бурый цвѣтъ. Приподымаемъ палочку, и, какъ только первыя капли этой жидкости проникнуть въ трубку и придуть въ прикосновеніе съ заключающимся въ ней газомъ, онъ окраситъ жидкость и объемъ газа начнетъ быстро сокращаться. Наконецъ, вмѣсто 48 долей останется какихъ-нибудь 15. Этотъ остающійся газъ—азотъ. Значитъ, кислорода было всего 33. Но вмѣстѣ съ 15 частями азота, въ видѣ атмосфернаго воздуха, могло проникнуть не болѣе 5 частей кислорода, такъ что 28 дѣленій приходится на долю кислорода, выдѣленнаго растеніемъ вслѣдствіе разложенія углекислоты.

При помощи описаннаго прибора и располагая электри-

*) Круги фиг. 37 представляютъ свѣтлое поле, которое даетъ волшебный фонарь; для полученія болѣе значительнаго увеличенія мы рассматриваемъ весь приборъ въ два пріема.

**) См. третью бесѣду—о дыханія сѣмени.

ческимъ свѣтомъ, мы получаемъ въ первый разъ возможность это явленіе, совершающееся въ природѣ только днемъ и въ теплую пору года, показать въ темный зимній вечеръ цѣлой аудиторіи такъ же просто, какъ показываемъ на экранѣ какой-нибудь рисунокъ. Само собою понятно, что приборомъ этимъ можно пользоваться и безъ фонаря, какъ простымъ и удобнымъ приѣмомъ изслѣдованія.

До сихъ поръ мы занимались изученіемъ разложенія углекислоты растеніями, погруженными въ воду; такая форма опыта наиболѣе удобна для первоначальнаго ознакомленія съ этимъ явленіемъ, такъ какъ дѣлаетъ вполне нагляднымъ выдѣленіе газовъ растеніемъ; намъ необходимо теперь провѣрить—происходитъ ли подобное разложеніе и въ прикосновеніи листа съ воздухомъ, содержащимъ углекислоту.

Вотъ наиболѣе простая и грубая форма подобнаго опыта, та самая, въ которой это явленіе было въ первый разъ обнаружено сто лѣтъ тому назадъ знаменитымъ Пристлеемъ. Беремъ стеклянную банку (какъ на фиг. 34), наливаемъ на дно ея немного воды и ставимъ небольшой зажженный огарокъ (само собою понятно, такой величины, чтобъ онъ торчалъ изъ воды). Накрываемъ этотъ огарокъ такимъ же стекляннымъ колоколомъ, какъ на фиг. 34, такъ, чтобы онъ погружался краемъ въ воду на днѣ банки. Такимъ образомъ, воздухъ подъ колоколомъ будетъ замкнутъ, отдѣленъ отъ вѣшной атмосферы слоемъ воды. Нѣкоторое время огарокъ будетъ продолжать горѣть подъ колоколомъ и затѣмъ потухнетъ. Значитъ, подъ колоколомъ не достаетъ болѣе кислорода для поддержки горѣнія, онъ замѣненъ углекислотой, образовавшеюся вслѣдствіе горѣнія. Еслибы теперь мы ввели подъ колоколъ (черезъ горлышко) горящую лучину, то она, очевидно, потухла бы, какъ и огарокъ. Но если мы осторожно пропустимъ подъ колоколъ черезъ воду зеленую вѣтвь или нѣсколько листьевъ и выставимъ весь приборъ на продолжительное время на свѣтъ, то убѣдимся, что послѣ того горящая лучина будетъ продолжать горѣть и подъ колоколомъ,—значитъ, въ немъ вновь появился кислородъ, котораго прежде не было. Растеніе, очевидно, превратило въ кислородъ углекислоту, образованную горѣніемъ

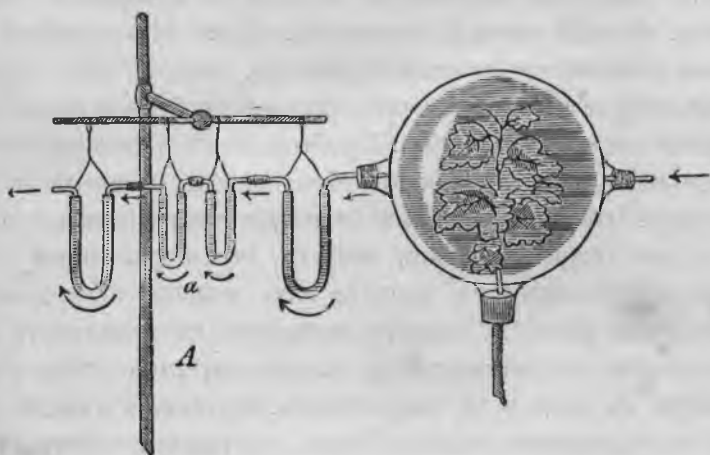
свѣчи. Тотъ же опытъ мы могли бы сдѣлать и въ другой формѣ: вмѣсто свѣчи мы могли бы посадить подъ колоколь мышъ; когда она задохлась бы, мы имѣли бы доказательство, что подъ колоколомъ не достаетъ кислорода для дыханія. Введя подъ ного зеленую вѣтвь и выставивъ на солнце, мы сдѣлали бы этотъ воздухъ вновь годнымъ для дыханія, возвративъ ему кислородъ.

Во всѣхъ до сихъ поръ описанныхъ опытахъ мы довольствовались однимъ качественнымъ изученіемъ явленія превращенія углекислоты въ кислородъ при содѣйствіи растенія, или только приблизительною оцѣнкой отношеній между исчезающей углекислотой и появляющимся кислородомъ. Наука обладаетъ и несравненно болѣе точными количественными методами для изученія этого явленія, но ихъ описаніе было бы здѣсь нѣумѣстно, такъ какъ для этого пришлось бы вдаваться въ техническія подробности. Скажу только, что для этого мы пользуемся уже знакомымъ намъ свойствомъ углекислоты—поглощаться ѣдкими щелочами. Положимъ, что мы доставляемъ растенію или отдѣльному листу въ замкнутомъ стеклянномъ сосудѣ—въ стеклянной трубкѣ съ дѣленіями—извѣстное количество углекислоты и выставляемъ на свѣтъ. Послѣ опыта мы, при помощи ѣдкой щелочи, опредѣляемъ, сколько углекислоты осталось въ трубкѣ. Зная, сколько взято было углекислоты и сколько оказалось въ остаткѣ, знаемъ, сколько углекислоты исчезло, т.-е. разложилось, замѣнилось кислородомъ.

Этимъ путемъ можно было разрѣшить множество любопытныхъ вопросовъ, какъ, на примѣръ, какое содержаніе углекислоты въ воздухѣ наиболѣе благоприятно для растенія. Оказалось, что около 8%; свыше этого количества она, повидимому, начинаетъ дѣйствовать на растеніе уже вредно.

Еще одинъ сюда относящійся вопросъ заслуживаетъ нашего вниманія. Мы убѣдились на опытѣ, что растенія разлагаютъ углекислоту, которую мы имъ доставляли въ нашихъ приборахъ, но, спрашивается, въ правѣ ли мы заключить изъ этихъ опытовъ, что и при естественныхъ условіяхъ растеніе можетъ разлагать углекислоту воздуха. Вспомнимъ, что при нашихъ опытахъ мы доставляемъ растенію довольно значи-

тельное количество углекислоты, обыкновенно нѣсколько процентовъ, а въ воздухѣ ея находится всего нѣсколько *десяти-тысячныхъ*. Можетъ показаться мало вѣроятнымъ, чтобы растение было въ состояніи разыскать и усвоить такъ скудно разбѣяныя въ воздухѣ частицы угольной кислоты. Для разрѣшенія этого вопроса извѣстный французскій ученый Буссенго сдѣлалъ слѣдующій опытъ. Беремъ большой стеклянный шаръ съ тремя отверстиями (фиг. 38), чрезъ нижнее отверстіе котораго пропущена въ шаръ покрытая листьями вѣтвь винограда, сохранившая связь съ лозой, слѣдова-



Фиг. 38.

тельно, находящаяся въ совершенно нормальныхъ условіяхъ. При помощи какого-нибудь засасывающаго прибора (такъ-называемаго *аспиратора*, описаніе котораго сюда не относится) чрезъ стеклянный шаръ и сообщающійся съ нимъ приборъ, который во всей его совокупности мы пока будемъ означать буквой *A*, постоянно, медленно протягивается струя наружнаго воздуха, какъ это показано стрѣлками. Въ засасывающемъ воздухъ приборѣ мы измѣряемъ, сколько пропущено воздуха чрезъ шаръ въ теченіе всего опыта. Сдѣлавъ анализъ воздуха въ мѣстѣ, гдѣ производится опытъ, мы узнаемъ, сколько въ немъ заключается углекислоты. Зная, сколько воздуха пропущено чрезъ шаръ съ растеніемъ, зная, сколько этотъ воздухъ

содержалъ углекислоты, мы узнаемъ, какое количество углекислоты *вошло* въ шаръ. Остается опредѣлить, сколько ея *вышло* изъ шара, чтобъ узнать, сколько исчезло, то-есть разложено листьями. Для этой послѣдней цѣли и служить приборъ А. Опишу вкратцѣ его значеніе, опуская опять техническія подробности, такъ какъ имѣю въ виду объяснить только основную мысль опыта, а не приемы изслѣдованія. Существенная часть этого прибора состоитъ изъ двухъ колѣнчатыхъ стеклянныхъ трубочекъ (а), чрезъ которыя проходитъ струя всасываемаго воздуха и которыя предназначены для поглощенія углекислоты. Для этого одна изъ нихъ содержитъ ѣдкую щелочь, въ видѣ мелкихъ кусочковъ. Если ѣдкая щелочь поглотитъ углекислоту, то станетъ тяжелѣе, слѣдовательно, стоитъ только, отцѣпивъ часть прибора, означенную буквой а, взвѣсить ее до опыта и послѣ опыта. Прибыль въ вѣсѣ покажетъ намъ количество углекислоты, оставшейся въ воздухѣ послѣ выхода изъ шара. Оказалось, что, при благоприятныхъ условіяхъ освѣщенія, изъ шара выходилъ воздухъ, почти лишенный углекислоты. Слѣдовательно, проходя надъ зеленою поверхностью освѣщеннаго растенія, воздухъ оставляетъ въ немъ почти всю свою углекислоту, несмотря на то, что частицы ея такъ рѣдко разбѣяны въ атмосферѣ, такъ сказать, теряются въ массѣ другихъ ея составныхъ частей. Этотъ результатъ станетъ намъ болѣе понятенъ, если мы вспомнимъ диффузію углекислоты въ нашу искусственную клѣточку *). Тогда углекислота сама вторгалась въ клѣточку потому только, что ея тамъ не было, но и въ листѣ она постоянно разлагается, каки бы безслѣдно исчезаетъ, и потому должна, на основаніи законовъ диффузіи, замѣщаться все новыми и новыми количествами изъ атмосферы. Классическій опытъ Буссенго былъ произведенъ болѣе чѣмъ полвѣка тому назадъ и вслѣдствіе его хлопотливости почти не повторялся. Въ послѣдніе годы талантливый англійскій ученый Горасъ Броунъ организовалъ цѣлый рядъ такихъ опытовъ въ еще болѣе совершенной формѣ, благодаря чему ему удалось устранить и остальные сомнѣнія. Такъ, все еще

*) См. вторую бесѣду.

представлялось непонятнымъ, какимъ образомъ растеніе, несмотря на ничтожность общей площади сѣченія микроскопическихъ отверстій своихъ устьицъ, успѣваетъ вычерпывать изъ атмосферы такъ скудно содержащуюся въ ней углекислоту. Оказалось, что, благодаря особенностямъ въ диффузіи газовъ (обнаружившимся въ первый разъ въ этихъ опытахъ Броуна), углекислота проникаетъ чрезъ эти отверстія почти въ такихъ же количествахъ, какъ если бъ поглощеніе совершалось всею поверхностью листа. Это дало Броуну поводъ къ остроумной шуткѣ, что растеніе обладаетъ, повидимому, болѣе обширными свѣдѣніями по физикѣ, чѣмъ мы готовы допустить. Оказалось также, что при увеличеніи содержанія углекислоты отъ обычныхъ $\frac{2}{10,000}$ до $\frac{1}{1000}$ и количество ея, разлагаемое растеніемъ возросло почти въ пять разъ, изъ чего мы съ еще большею увѣренностію чѣмъ прежде можемъ заключить какъ успѣшно растеніе можетъ использовать атмосферную углекислоту. доступную ему въ такихъ, казалось бы, неувловимыхъ количествахъ.

Приходя въ прикосновеніе съ зеленою, освѣщенной солнцемъ, поверхностью растенія, углекислота разлагается, ея кислородъ освобождается, а углеродъ слагается въ растеніи. Постараемся теперь прослѣдить дальнѣйшую судьбу этого углерода въ растеніи. Для этого обратимся опять къ микроскопу. Всѣ безъ исключенія наблюденія и опыты надъ этимъ явленіемъ приводятъ къ заключенію, что процессъ этотъ происходитъ только въ зеленыхъ частяхъ растенія. Если органъ не зеленый, то мы можемъ безошибочно сказать, что онъ не разлагаетъ углекислоты, а если же онъ ее разлагаетъ, то онъ навѣрно содержитъ зеленое вещество, скрытое, замаскированное другими красящими началами. Эти зеленые зерна, съ которыми мы познакомились, говоря о листѣ, этотъ такъ называемый *хлорофиллъ* представляетъ намъ органъ, въ которомъ совершается процессъ разложенія углекислоты. Внѣ его въ растеніи не происходитъ усвоенія углерода.

Посмотримъ, что же мы знаемъ объ этомъ хлорофиллѣ. Онъ встрѣчается въ клѣточкахъ, какъ мы уже видѣли, въ

формѣ крупинокъ, а также въ формѣ палочекъ (фиг. 39 *), лентъ и проч. Если мы выдержимъ какое-нибудь растеніе нѣсколько времени въ темнотѣ и затѣмъ будемъ наблюдать подѣ микроскопомъ эти крупинки, то ихъ строеніе представится намъ совершенно однообразнымъ; внутри ихъ не будетъ заключаться никакихъ отложеній (фиг. 39, *a*, влѣво). Но если мы затѣмъ выставимъ растеніе на свѣтъ, въ обыкновенномъ воздухѣ или водѣ, то увидимъ, что, по прошествіи извѣстнаго времени, иногда нѣсколькихъ минутъ, въ нихъ покажутся мелкія зернышки (фиг. 39, *a* вправо). У нѣкоторыхъ ра-



Фиг. 39.

стеній зернышки эти съ теченіемъ времени увеличиваются, выставляются наружу и продолжаютъ расти своею частью, прилегающею къ хлорофилловой крупинкѣ (фиг. 39 *b*). Въ такомъ случаѣ они проявляютъ слоеватое строеніе, характеристическое для зеренъ крахмала. Мы узнаемъ въ нихъ крахмалъ, но для этого намъ нѣтъ надобности даже дожидаться, чтобы они выросли; въ зернышкѣ, только что появившемся въ видѣ точки, мы уже можемъ узнать крахмалъ,

если прибѣгнемъ къ знакомой намъ микроскопической реакціи, если окрасимъ его въ синій цвѣтъ іодомъ.

Значить, въ крупинкѣ хлорофилла образуется крахмалъ, который продолжаетъ расти въ точкахъ соприкосновенія съ хлорофилломъ. Мы легко можемъ доказать, что это образованіе крахмала находится въ связи съ разложеніемъ углекислоты, что оно является его результатомъ. Во-первыхъ, когда атмосфера или вода не содержатъ углекислоты, крахмала въ хлорофиллѣ не образуется; во-вторыхъ, въ темнотѣ его также не образуется, — слѣдовательно, для образованія его въ хлорофиллѣ

*) Фиг. 39, *a*. Крупинки хлорофилла: влѣво безъ крахмала, вправо съ крахмаломъ, посрединѣ крахмальные зернышки отдѣльно.

b. Палочки хлорофилла съ послѣдовательными стадіями образованія крахмала.

необходимо присутствіе углекислоты и условіе ея разложенія, то-есть свѣтъ.

Мы еще болѣе убѣждаемся въ томъ, что крахмалъ и есть то искомое вещество, которое образуется изъ углерода углекислоты, когда припомнимъ его составъ. Онъ можетъ служить типическимъ представителемъ углеводовъ, а въ такомъ случаѣ мы можемъ объяснить себѣ его происхожденіе слѣдующимъ образомъ. Въ клѣточкахъ есть всегда вода; но если отъ воды и углекислоты отнять весь кислородъ этой послѣдней, то въ остаткѣ получится углеродъ, то-есть какъ бы соединеніе углерода съ водой. Таковы извѣстные намъ факты; но должно замѣтить, что наши свѣдѣнія по этому предмету еще далеко не полны. Мы знаемъ, что клѣточка получаетъ углекислоту и воду, выдѣляетъ кислородъ, образуетъ углеводъ; знаемъ, что эти процессы находятся въ необходимой причинной связи, совершаются въ томъ же хлорофилловомъ зернѣ и слѣдуютъ одинъ за другимъ съ поразительною быстротой. Но какъ это происходитъ: откуда берется кислородъ, весь ли изъ углекислоты или частью изъ воды, что даже вѣроятно, и не предшествуетъ ли образованію крахмала образованіе другихъ болѣе простыхъ, а можетъ быть и болѣе сложныхъ соединений, — ничего этого мы пока не знаемъ, и здѣсь, конечно, не мѣсто вдаваться въ гадательныя толкованія этихъ явленій, не разъясненныхъ еще вполне наукой.

Какъ бы то ни было, наблюдая эти процессы разложенія углекислоты и образовація крахмала, мы не должны забывать, что присутствуемъ при одномъ изъ важнѣйшихъ явленій въ жизни не только листа, не только растенія, но всего органическаго міра. Это превращеніе простыхъ неорганическихъ веществъ, углекислоты и воды, въ органическое, въ крахмалъ, есть единственный, существующій на нашей планетѣ, естественный процессъ образованія органическаго вещества. Всѣ органическія вещества, какъ бы они ни были разнообразны, гдѣ бы они не встрѣчались, въ растеніи ли, въ животномъ или человѣкѣ, прошли чрезъ листъ, произошли изъ веществъ, выработанныхъ листомъ. Внѣ листа, или, вѣрнѣе, внѣ хлорофилловаго зерна, въ природѣ не существуетъ лабораторіи, гдѣ

бы выдѣлялось органическое вещество. Во всѣхъ другихъ органахъ и организмахъ оно превращается, преобразуется, только здѣсь оно образуется вновь изъ вещества неорганическаго.

Изъ этого крахмала образуется, на примѣръ, растворимый сахаръ, который, странствуя изъ клѣточки въ клѣточку, достигаетъ отдаленнѣйшихъ частей растенія; изъ этого сахара образуется клѣтчатка, этотъ твердый остовъ растенія, наконецъ, изъ этого же сахара и неорганическаго вещества, амміака, могутъ образоваться самыя сложныя органическія вещества—бѣлковыя.

Итакъ, въ листѣ усваивается углеродъ, происходитъ процессъ образованія углеродистаго органическаго вещества, снабжающій имъ не только растеніе, но и все животное царство; мы, значитъ, доискались до источника углерода въ растеніи и разъяснили, какъ онъ проникъ туда. Этимъ разъясняется первая сторона явленій питанія; намъ теперь извѣстно, откуда и какимъ путемъ берутся всѣ элементы, входящіе въ составъ растенія; углеродъ былъ послѣднимъ изъ нихъ.

До сихъ поръ мы рассматривали дѣятельность листа и вообще растенія исключительно съ химической точки зрѣнія,—съ точки зрѣнія превращенія вещества. Исходя изъ основнаго закона химіи, что вещество не создается, не исчезаетъ, мы старались разыскать источники этого вещества, пути, которыми оно проникаетъ въ растеніе, и тѣ превращенія, которыя оно при этомъ испытываетъ.

Но растительное тѣло представляетъ намъ не только вещество, но въ то же время запасъ, какъ бы складъ силы, на прим., тепла. Однимъ сѣменемъ березы, сжигая его, мы не согрѣли бы даже на минуту, озябшихъ рукъ; столѣтнею березой мы протопили бы нѣсколько дней нашу печь. Слѣдовательно, въ березѣ, въ теченіе ея жизни, накопился запасъ тепла, которымъ мы пользуемся, какъ тепломъ же или какъ источникомъ механической силы.

Рождается вопросъ, откуда же взялось это тепло, эта сила? Это тотъ же вопросъ, который мы ранѣе сдѣлали относительно

вещества. Какъ тогда онъ предполагалъ въ насъ убѣжденіе, что вещество не исчезаетъ, не созидается, такъ и теперь мы должны быть напередъ убѣждены, что и сила не созидается, не исчезаетъ. И дѣйствительно, какъ химики въ прошломъ столѣтіи пришли къ убѣжденію въ неуничтожаемости вещества, такъ физики, въ настоящемъ, пришли къ убѣжденію въ сохраненіи силы. Силы природы могутъ безконечно видоизмѣняться, превращаясь одна въ другую, или, скрываясь, переходя въ состояніе напряженія, но никогда не уничтожаясь, не возникая вновь. Для обозначенія этихъ двухъ состояній силы—явной, обнаруживающейся въ явленіяхъ движенія, и скрытой, таящейся въ видѣ напряженія, — мы употребляемъ болѣе общее выраженіе—*энергія*.

Спрашивается, какое же это скрытое состояніе энергіи, то-есть теплоты въ нашихъ дровахъ, и откуда взялась эта теплота, такъ какъ она не могла возникнуть сама собою? Для того, чтобы выяснитъ это, мы должны вновь взглянуть на знакомыя намъ химическія явленія, совершающіяся въ листѣ, но съ чисто-физической точки зрѣнія, — съ точки зрѣнія совершающагося здѣсь превращенія энергіи.

Всѣ химическія явленія могутъ быть раздѣлены на двѣ категоріи:—на такія, при которыхъ *появляется, освобождается* теплота, свѣтъ, электричество, —однимъ словомъ, энергія, и на такія, при которыхъ, наоборотъ, *поглощается, скрывается* энергія.

Первыя явленія совершаются сами собою или нуждаются въ ничтожномъ толчкѣ для того, чтобы совершиться, вторыя, наоборотъ, нуждаются въ постороннемъ источникѣ энергіи, которая при этомъ затрачивается, поглощается.

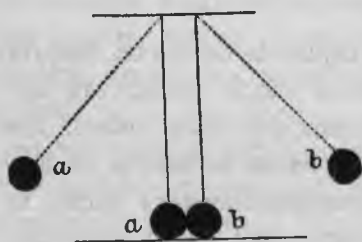
Къ числу первыхъ принадлежитъ большая часть явленій химическаго соединенія, къ числу послѣднихъ—большая часть явленій химическаго разложенія.

Простѣйшимъ примѣромъ химическаго соединенія можетъ служить соединеніе съ кислородомъ т.-е. *горѣніе*; простѣйшимъ примѣромъ разложенія—явленіе, обратное горѣнію, т.-е. отнятіе у тѣла кислорода, такъ называемое *возстановленіе*.

То, что происходитъ при химическомъ соединеніи и разло-

женіи, при горѣніи и возстановленіи, мы можемъ пояснить себѣ нагляднымъ образомъ при помощи слѣдующей простой модели, состоящей изъ двухъ свинцовыхъ шариковъ, подвѣшенныхъ на ниточкахъ (фиг. 40).

Причина всякаго химическаго соединенія лежитъ въ томъ, что разнородныя тѣла одарены стремленіемъ, своего рода тяготѣніемъ, другъ къ другу. Это стремленіе мы называемъ химическимъ сродствомъ. Частицы углерода и кислорода стремятся навстрѣчу другъ другу, какъ вотъ эти шары *a* и *b*, если я ихъ разодвину и предоставлю самимъ себѣ. Но мы знаемъ, что при ударѣ тѣлъ развивается теплота, а и иногда и свѣтъ.



Фиг. 40.

Теплота и свѣтъ, развивающіеся отъ удара, отъ невидимыхъ столкновеній между частицами углерода и водорода съ частицами кислорода, и есть та теплота и тотъ свѣтъ, которые мы наблюдаемъ въ горящемъ пламени.

Мы усматриваемъ такимъ образомъ причину, почему химическое соединеніе идетъ само собою и

почему при этомъ развивается теплота. Соединяясь, химическіе элементы только повинуются своему взаимному стремленію какъ наши падающіе шары, а столкнувшись, отъ удара, нагрѣваются, освобождаютъ теплоту.

Совсѣмъ иное дѣло — явленія разложенія. Для того, чтобы разложить химическое соединеніе,—въ нашемъ сравненіи для того, чтобы разодвинуть эти шары,—я долженъ приложить силу, долженъ затратить извѣстное количество энергіи, такое же количество энергіи, какое проявится потомъ при ударѣ тѣлъ, когда я ихъ предоставлю самимъ себѣ. Это равенство энергіи, затрачиваемой на разложеніе и проявляющейся при соединеніи легко доказать въ нашемъ механическомъ сравненіи. Въ самомъ дѣлѣ, для того, чтобы удалить одинъ шаръ отъ другого, я долженъ его поднять, преодолѣть при этомъ силу тяжести; о количествѣ затраченной на это энергіи я сужу по произведенной мною работѣ, эта работа измѣряется произведе-

ніемъ изъ вѣса шара на высоту поднятія. Но и въ моментъ удара о другой шаръ падающій шаръ обладаетъ энергіей, достаточною для поднятія шара такого же вѣса на такую же высоту. Мы это заключаемъ изъ того, что если бы онъ не встрѣтилъ другого шара, то самъ, подобно маятнику, отшатнулся бы на другую сторону и на такую же высоту, т.-е. поднималъ бы свой собственный вѣсъ на такую же высоту, съ какой только что упалъ. Итакъ, для того, чтобы разъединить, разорвать связь, чтобы оказать противодѣйствіе сродству двухъ химическихъ тѣлъ, нужно затратить такое же количество энергіи, какое освобождается при ихъ соединеніи. Если извѣстное количество углерода, сгорая въ кислородѣ, освобождаетъ, скажемъ, 1,000 единицъ тепла, то для того, чтобы выдѣлить обратно этотъ углеродъ изъ образовавшейся углекислоты, порвать его связь съ кислородомъ, необходимо затратить тѣ же 1,000 единицъ тепла. И дѣйствительно, мы видимъ, что разложить углекислоту, выдѣлить изъ нея углеродъ, намъ удалось только подвергая ее высокой температурѣ горящаго магнія. Этотъ случай разложенія углекислоты магніемъ не можетъ, впрочемъ, служить примѣромъ простого разложенія, такъ какъ при немъ одновременно происходитъ и соединеніе магнія съ кислородомъ. Химики, дѣйствительно, долгое время полагали, что разложеніе такихъ прочныхъ соединеній, каковы углекислота или вода, и не можетъ совершиться иначе, какъ при содѣйствіи третьяго тѣла, обладающаго болѣе сильнымъ сродствомъ съ кислородомъ, но въ сравнительно недавнее время они убѣдились, что и дѣйствія одной теплоты достаточно для того, чтобы вызвать разложеніе или, какъ говорятъ, *диссоціацію* углекислоты и воды. Теплота, какъ учитъ современная физика, есть не что иное какъ движеніе — быстрое, невидимое, но ощущаемое сотрясеніе частицъ тѣла. Нагрѣвая какое-нибудь сложное тѣло до очень высокой температуры, мы приводимъ его частицы въ такое сотрясеніе, до того распатываемъ ихъ, что, наконецъ, между ними порывается взаимная связь — вызывается разложеніе, такъ, напримѣръ, при очень высокой температурѣ мы уже не имѣемъ водяного пара или газа, а смѣсь водорода и кислорода.

При разложеніи поглощается, затрачивается энергія. Но куда дѣвается эта затраченная на разложеніе энергія? Исчезнуть она не можетъ,—это противорѣчило бы закону сохраненія энергіи. Она при этомъ переходитъ въ скрытое состояніа напряженія или запаса. Примѣры запаса энергіи въ сферѣ механическихъ явленій всякому знакомы: чугунная баба, готовая упасть на вгоняемую въ землю сваю, натянутый лукъ, готовый бросить стрѣлу,—все это вполне понятные случаи запаса энергіи въ видѣ напряженія. Но то же выраженіе на первый разъ звучитъ какъ-то странно въ примѣненіи къ свѣту, къ теплотѣ. Можно ли запастись такою силою, какъ свѣтъ или теплота? Могъ ли я, напримѣръ, уловить и спрятать на завтра часть той теплоты и свѣта, которые освободились при горѣнніи магниевой проволоки? Не только могъ, но даже сдѣлалъ. Когда я окунулъ горящую проволоку въ сосудъ съ углекислотой, я затратилъ часть этой силы на разложеніе углекислоты, на выдѣленіе углерода. Этотъ углеродъ я могу сжечь завтра или завѣщать его отдаленному потомству, и оно, сжигая его, воспользуется тѣмъ свѣтомъ и теплотой, которые мы сберегли, запасли сегодня, затративъ ихъ на разложеніе углекислоты.

Значитъ, углеродъ или вообще всякое горючее тѣло (дрова въ печи, пища въ нашемъ тѣлѣ), разъединенное, но стремящееся соединиться съ кислородомъ, представляетъ запасъ энергіи. Слѣдовательно, во всякомъ химическомъ процессѣ, въ которомъ тѣло, неспособное горѣть, превращается въ тѣло, способное горѣть, дѣлается запасъ энергіи.

Въ окончательномъ выводѣ мы приходимъ къ заключенію, что, во-первыхъ, разложеніе углекислоты, выдѣленіе изъ нея углерода можетъ происходить не иначе, какъ при затратѣ внѣшней силы, и, во-вторыхъ, что сила, при этомъ затраченная, переходитъ въ состояніе запаса.

Вооружившись этими двумя положеніями, возвратимся къ нашему листу.

Въ немъ именно происходитъ подобный процессъ. Изъ неспособной къ горѣннію углекислоты образуются горючій крахмалъ, древесина и проч. Ясно, что этотъ процессъ не можетъ совершаться иначе, какъ при содѣйствіи внѣшняго источника силы.

И, дѣйствительно, я уже не разъ повторялъ, что разложеніе углекислоты происходитъ только при свѣтѣ, что дѣятельность листа начинается только съ той минуты, когда на него упадетъ лучъ солнца.

Этотъ лучъ и есть та сила, которая вызываетъ разложеніе углекислоты и при этомъ поглощается, слагается въ запасъ. Чтобы это не показалось страннымъ, сравнимъ явленія свѣтовыя съ явленіями тепловыми. Мы видимъ, что теплота есть движеніе, которое, расшатывая частицы тѣла, вызываетъ его разложеніе. Но свѣтъ есть также движеніе, правильное, волнообразное движеніе. Слѣдующее—конечно, грубое—сравненіе поможетъ намъ выяснитъ разлагающее дѣйствіе свѣта. Представимъ себѣ, что на гладкой поверхности воды плаваютъ рядомъ два легкія тѣла, два деревянные шара. Неподалеку отъ нихъ мы бросаемъ въ воду камень; отъ него пойдутъ круги и каждый разъ, что новая волна будетъ пробѣгать подъ плавающими шарами, взбрасывая на гребень одинъ, погружая въ ложбину другой, она будетъ разъединять ихъ, порывать между ними связь. Камень, дающій круги,—это солнце, отъ котораго постоянными, расходящимися въ безконечность кругами, бѣгутъ свѣтовые волны, съ тѣмъ только различіемъ, что эти волны пробѣгаютъ въ секунду 290.000 верстъ, что онѣ такъ часты и мелки, что на одномъ дюймѣ ихъ помѣщается среднимъ числомъ 50.000.

Эти-то почти немислимо-быстро чередующіяся волны, ударяясь въ листъ о еще болѣе мелкіе атомы углерода и кислорода, соединенные въ углекислоту, расшатываютъ ихъ, порываютъ связь между ними, кислородъ освобождается, а углеродъ тотчасъ вступаетъ въ другія соединенія. Первое изъ нихъ, о существованіи котораго мы узнаемъ при помощи микроскопа,—крахмаль.

Только что мы видѣли, какъ можно сохранить въ прокъ теплоту и свѣтъ горячаго магнія. То же оправдывается и относительно солнечнаго луча. Просто схватить и спрятать лучъ солнца мы не въ состояніи, но зато съ этою цѣлью мы выращиваемъ растенія, которыя своими листьями не только извлекаютъ углеродъ изъ воздуха, но вмѣстѣ съ этимъ углеродомъ поглощаютъ и слагаютъ въ запасъ схоронившійся въ

этомъ углеродѣ лучъ солнца. Въ дровахъ насъ грѣетъ лучъ лѣтняго солнца; онъ же въ длинный зимній вечеръ свѣтилъ въ лучинѣ нашего крестьянина и свѣтитъ въ нашей свѣчѣ.

Такъ какъ листъ служить главнымъ образомъ для улавливанія свѣта, то намъ становится понятнымъ физиологическое значеніе его преобладающаго развитія въ плоскости: ему выгоднѣе имѣть плоскую, чѣмъ какую иную форму. Величина всей этой поглощающей свѣтъ листовой поверхности у нѣкоторыхъ растеній до восьмидесяти разъ болѣе занимаемой ими площади земли

Только теперь мы въ состояніи оцѣнить вполне значеніе процессовъ, совершающихся въ листѣ. Съ одной стороны, это процессъ усвоенія одного изъ важнѣйшихъ составныхъ началъ растенія—углерода—и въ то же время процессъ превращенія неорганическаго вещества въ органическое. Какъ мы сказали, все органическое вещество, встрѣчающееся въ растеніяхъ и въ животныхъ прямо или косвенно происходитъ изъ листа. Съ другой стороны, въ листѣ совершается тотъ процессъ, который связываетъ существованіе всего органическаго міра съ солнцемъ. Листъ служитъ какъ бы посредникомъ между любымъ проявленіемъ энергіи въ ограниченномъ мірѣ и солнцемъ—этимъ общимъ источникомъ энергіи. Запасомъ солнечной силы, поглощенной растеніемъ, пользуется не только само растеніе, но и все животное царство и человѣкъ. Мы видѣли, что прорастающее зерно нагрѣвается; но откуда же взялась эта теплота? Она произошла отъ дыханія, отъ сжиганія части органическаго вещества, завыщаннаго сѣмени материнскимъ растеніемъ. Но вѣдь на образованіе этого органическаго вещества затрачена была сила солнечнаго луча,—слѣдовательно, прорастающее въ землѣ сѣмя пользуется теплотой солнечнаго луча, поглощенною взрослымъ растеніемъ. Точно такъ же и мы, принимая въ пищу органическое вещество, вмѣстѣ съ тѣмъ поглощаемъ схороненный въ немъ солнечный лучъ и употребляемъ его на то, чтобы согрѣвать или приводить въ движеніе свое тѣло.

Значитъ, листъ, въ которомъ мы признали уже единственную естественную лабораторію, гдѣ заготавливается органическое вещество на оба царства природы, тотъ же листъ и въ

томъ же самомъ процессѣ усвоенія углерода запасаетъ на нихъ энергію солнечнаго луча, становясь такимъ образомъ источникомъ силы, проводникомъ тепла и свѣта для всего органическаго міра.

До сихъ поръ мы говорили въ общихъ выраженіяхъ: въ листѣ разлагается углекислота; въ листѣ поглощается солнечный свѣтъ и т. д. Но мы имѣемъ право выразиться гораздо опредѣленнѣе: въ отличіе отъ усвоенія другихъ питательныхъ веществъ, по отношенію къ усвоенію углерода, мы можемъ вполне опредѣленно указать тотъ микроскопическій очагъ, въ которомъ происходитъ этотъ процессъ. Это—зеленое хлорофилловое зерно. Мы можемъ со всею желаемою точностью убѣдиться въ томъ, что лучи солнца дѣйствительно поглощаются хлорофилломъ и что именно эти поглощенные лучи вызываютъ разложеніе углекислоты, какъ первый актъ усвоенія углерода, и образованіе крахмала, какъ его послѣдній актъ. Такимъ образомъ зеленый цвѣтъ, зависящій отъ своеобразнаго поглощенія свѣта зернами хлорофилла, является не случайнымъ свойствомъ растенія, а тѣсно связанъ съ самымъ существеннымъ процессомъ его питанія. Не листъ какъ цѣлое, а именно сообщающее ему зеленый цвѣтъ хлорофилловое зерно служить, какъ мы выражались ранѣе, посредникомъ между всею жизнью на землѣ и солнцемъ *).

Мы ознакомились съ отправленіемъ зеленого листа. Всѣ растенія, лишенные зеленыхъ частей, неспособны къ нему, неспособны сами для себя вырабатывать органическое вещество изъ углекислоты, а вынуждены жить на счетъ органическаго вещества, выработаннаго другими растеніями. Таковы, наприкладъ, *грибы*, какъ тѣ, которые мы привыкли называть этимъ

*) Необходимое условіе — сохранить соразмѣрность всѣхъ частей курса — не позволяетъ мнѣ дать такое развитіе этой интереснѣйшей главѣ фیزیологіи растеній, какого она заслуживаетъ. Желающіе ближе ознакомиться съ этою стороною жизни растенія найдутъ болѣе подробное изложеніе предмета въ помѣщенной ниже, въ приложеніи, лекціи: *Растеніе какъ источникъ силы*, которая въ свою очередь представляетъ популярное изложеніе главныхъ результатовъ моего спеціального труда: *Объ усвоеніи свѣта растеніемъ*, и дальнѣйшихъ моихъ изслѣдованій въ этомъ направленіи. Еще подробнѣе факты эти изложены въ лекціи: *Растеніе и солнечная энергія* (въ моемъ сборникѣ: Лекціи и рѣчи, Москва, 1888 г., а также отдѣльной брошюрой).

именемъ, такъ и тѣ микроскопическіе грибы, которые мы называемъ обыкновенно *плѣсенью*. Они могутъ существовать только на почвѣ, содержащей готовое органическое вещество; всякая попытка воспитать ихъ въ средѣ, не содержащей его, какъ мы это дѣлали съ зелеными растеніями, оказалась бы безплодною. Сюда же относятся и такъ называемыя чужеядныя растенія, которыя, присасываясь къ стеблямъ или корнямъ другихъ растеній, питаются на ихъ счетъ: такова, на примѣръ, заразиха, появляющаяся на корняхъ конопли; такова повилика, обвивающаяся вокругъ стеблей хмеля, льна, клевера, присасывающаяся къ нимъ и подъ конецъ совсѣмъ ихъ истощающая. Всѣ эти растенія или имѣютъ вмѣсто листьевъ невзрачныя, не зеленыя чешуйки, или вовсе не имѣютъ листьевъ. Эти растенія, неспособныя къ самостоятельному существованію, а сосущія соки изъ другихъ растеній, мы называемъ вообще *паразитами*. Всѣ они, а въ особенности мелкіе паразитные грибки, причиняющіе различныя болѣзни растеній, составляютъ истинный бичъ земледѣльца, нерѣдко вырывая у него изъ рукъ цѣлыя жатвы.

Таково значеніе листа. Его дѣятельность снабжаетъ необходимымъ веществомъ и необходимою силою весь органическій міръ, не исключая человѣка, и несмотря на то, какъ сказано выше, въ теченіе вѣковъ человѣкъ упорно отказывался признать за нимъ роль не только необходимаго, но даже полезнаго органа.

Эта вѣковая несправедливость, эта черная неблагодарность освящена даже поэзіей. Каждый изъ насъ, конечно, еще съ дѣтства знаетъ басню Крылова *Листы и Корни*, и однако эта басня основана на совершенно ошибочномъ пониманіи естественнаго значенія листа. Крыловъ оклеветалъ въ ней листья, и потому въ качествѣ ботаника, значить адвоката растенія, я возьму на себя ихъ защиту и попытаюсь предложить, взамѣнъ Крыловской, другую басню, конечно, менѣе поэтическую, но зато болѣе согласную съ природой и заключающую болѣе строгую мораль. Смыслъ Крыловской басни всякому извѣстенъ. Корни это тѣ —

Чьи работают грубые руки,
Предоставивъ почтительно намъ,
Погружаться въ искусства, въ науки,
Предаваться страстямъ и мечтамъ.

Тригорія Георгиевичъ

Ласкинъ.

Корни—это тотъ «темный» людъ,

Кто бредеть по житейской дорогѣ,
Въ безразсвѣтной глубокой ночи.

Листья — это мы, «погружающіеся въ искусства, въ науки», мы, пользующіеся воздухомъ и свѣтомъ и на досугѣ «предаящіеся страстямъ и мечтамъ». Признавая только за корнями трудовую, производительную дѣятельность, Крыловъ видитъ въ листьяхъ одинъ блестящій, но бесполезный нарядъ и, выставляя имъ на видъ всю пустоту ихъ существованія, требуетъ отъ нихъ, чтобъ они хоть были благодарны своимъ корнямъ.

Но справедливо ли такое мнѣніе? Точно ли листья, пастоящіе зеленые листья, существуютъ для того только, чтобы шептаться съ зефирами, чтобы давать пріютъ пастушкѣмъ и пастушкамъ? Точно ли листья одною благодарностью въ состояніи платить корнямъ за ихъ услуги? Мы знаемъ, что это невѣрно. Мы знаемъ теперь, что листъ не менѣе корня питаетъ растеніе. Въ прошедшей бесѣдѣ мы видѣли, что случилось съ листьями и всѣмъ растеніемъ, которому корни отказали въ томъ желѣзѣ, которое они съ такимъ трудомъ добываютъ изъ земли. Въ слѣдующей мы увидимъ, что случилось бы и съ корнемъ, если бы ему листья отказали въ той воздушной, неосязаемой пищѣ, которую они добываютъ при помощи свѣта.

Итакъ, листья Крылова совсѣмъ не похожи на настоящіе листья: если сравненіе съ его бесполезными листьями можетъ быть только позорно и оскорбительно, то сравненіе съ настоящими листьями вполне лестно.

Но если измѣняется содержаніе басни, измѣняется и ея мораль. Какую же мораль выведемъ мы изъ нашей басни? Мораль эта можетъ быть одна. Если мы желаемъ принять на свой счетъ сравненіе съ листомъ, то мы должны принять его со всѣми его послѣдствіями. Какъ листья, мы должны служить для нашихъ корней источниками силы—силы знанія, — той силы безъ которой порою безпомощно опускаются самыя

могучія руки. Какъ листья, мы должны служить для нашихъ корней проводниками свѣта—свѣта науки,—того свѣта, безъ котораго нерѣдко погибають во мракѣ самыя честныя усилія.

Если же мы отклонимъ отъ себя это назначеніе, если свѣтъ нашъ будетъ тьма, или если, подобно вымысленнымъ листьямъ баснописца, мы не будемъ платить нашимъ корнямъ за ихъ услуги услугами же, если, получая, мы не будемъ ничего давать взамѣнъ, тогда мы будемъ не листья, тогда мы не въ правѣ будемъ величать себя листьями, тогда въ словарь природы найдутся для насъ другія, менѣе лестныя сравненія. Грибъ, плѣсень, паразитъ—вотъ тѣ сравненія, которыя въ такомъ случаѣ ожидаютъ насъ въ этомъ словарѣ.

Такова мораль, которую мы можемъ извлечь изъ знакомства съ листьями, не тѣми, которыхъ создало воображеніе поэта, а настоящими, живыми листьями,—мораль, быть можетъ, болѣе суровая, но зато согласная съ законами природы.

Григорій Теодіебичъ

Ласкинъ.

VI.

С т е б е л ь.

Разсматривая растеніе исключительно съ точки зрѣнія питанія, мы въ правѣ, какъ уже сказали, видѣть въ немъ только двѣ очень развитыя поверхности, приспособленныя къ той двоякой средѣ, въ которой оно живетъ. Это—поверхности, корневая и листовая: первая приспособленная къ твердой средѣ, къ почвѣ, особенно развита въ длину, потому что корень долженъ придти въ соприкосновеніе съ возможно большимъ числомъ частичекъ почвы; вторая, приспособленная къ поглощенію воздушныхъ частицъ, а главное—къ поглощенію падающаго на растеніе свѣта, развита преимущественно въ плоскости. Благодаря такому устройству, при благопріятныхъ условіяхъ, почти ни одна частица почвы не ускользаетъ отъ корня, ни одинъ лучъ солнца не пропадаетъ даромъ для растенія.

Вещества, принимаемыя корнемъ и листомъ, совершенно различны и въ то же время одинаково необходимы для растенія; очевидно, что для существованія каждаго изъ этихъ органовъ, для общаго существованія цѣлаго растенія, необходимо, чтобы между обоими органами существовалъ дѣятельный обмѣнъ. Органъ, соединяющій эти двѣ поверхности, несущій листья и служащій посредникомъ между ними и корнемъ, — стебель. Въ качествѣ посредника, стебель не представляетъ такого существенно необходимаго органа, какъ корень и листья, и потому иногда бываетъ очень слабо развитъ; наоборотъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда онъ развитъ, онъ съ виду играетъ самую выдающуюся роль, опредѣляя общій обликъ растенія—самую фізіономію растительности въ данной мѣстности. Всѣмъ зна-

комо, напริมѣръ, растеніе *подорожникъ*, состоящее изъ пучка листьевъ, собранныхъ въ розетку и почти плашмя лежащихъ на землѣ; здѣсь стебель почти не развитъ, и потому-то листья такъ между собой сближены. Нѣчто подобное же, но въ большихъ размѣрахъ, мы имѣемъ въ американскихъ агавахъ, растущихъ въ южной Европѣ и разводимыхъ въ оранжереяхъ: у нихъ все растеніе состоитъ изъ пучка громадныхъ, почти въ сажень длиною, мясистыхъ листьевъ, которые разъ въ десятокъ лѣтъ *) выкидываютъ цвѣточную стрѣлку сажени четыре длиною и напоминающую формою колоссальный канделябръ. Весьма слабое развитіе стебля представляетъ намъ также одно въ высшей степени любопытное африканское растеніе. Представьте себѣ почти безплодную степь, среди которой мѣстами, едва отдѣляясь отъ поверхности земли, приподнимаются какіе-то какъ бы пни или обрубки, нѣсколько воронкообразно выдолбленные и съ бороздкой поперекъ. Въ обѣ стороны отъ этой бороздки, съ краевъ пня тянутся аршина на два, а иногда и почти на сажень въ длину, два какіе-то лоскута, при началѣ жесткіе, кожистые, зеленоватые, а на концахъ побурѣвшіе, выцвѣтшіе, растрепавшіеся на болѣе узкія тесьмы, однимъ словомъ—совершенно измочалившіеся; на краяхъ воронковиднаго пня кое-гдѣ приподымаются вѣточки съ мелкими шишками, напоминающими шишки хвойныхъ. Это—*Welwitschia*, прозванная за всѣ эти свои особенности *mirabilis*—чудесною. Значеніе описанныхъ частей таково: пенъ, почти зарывшійся въ землю и постепенно переходящій въ корень,—стволь этого растенія, рѣдко превышающій два фута длиною, несмотря на то, что растеніе достигаетъ столѣтняго возраста; два описанные лоскута—пара листьевъ, которую сохраняетъ растеніе въ теченіе всей своей жизни; умирая съ концовъ, они постепенно нарастаютъ съ основанія и такимъ образомъ достигаютъ такого глубокаго возраста.

Отъ этихъ приземистыхъ, почти безстебельныхъ растений сдѣлаемъ скачокъ къ стройнымъ, высокимъ пальмамъ, которые

*) А въ нашихъ теплицахъ—гораздо рѣже, откуда названіе столѣтняго алое, подъ которымъ растеніе это обыкновенно слыветъ у нашихъ садовниковъ.

Эндлихеръ прозвалъ *principes*, то-есть князьями растительнаго міра. У нихъ стволъ устремляется вверхъ прямымъ, отвѣснымъ столбомъ, увѣнчаннымъ на вершинѣ короной листьевъ, подобно колоннѣ, для которой онѣ, говорятъ, послужили образцомъ. Но стволы пальмъ представляютъ намъ еще только одностороннее развитіе—развитіе въ длину; они очень стройны, высоки, но обыкновенно не вѣтвятся и не растутъ въ толщину. Совершенно иной обликъ и вмѣстѣ съ тѣмъ высшее развитіе стеблевой формы представляютъ намъ стволы нашихъ хвойныхъ и лиственныхъ деревьевъ. Они въ теченіе всей своей жизни утолщаются и вѣтвятся и такимъ образомъ могутъ достигать колоссальныхъ размѣровъ. Такъ, напримѣръ, въ снятой кольцомъ корѣ калифорнской велингтоніи можно было устроить помѣщеніе для танцевъ; въ дуплѣ громаднаго каштана, на Этнѣ, пріютилась небольшая часовенка, а подъ зеленымъ навѣсомъ баобабовъ укрываются, по словамъ путешественниковъ, цѣлые караваны. Хотя въ нашихъ лѣсахъ не встрѣчается такихъ колоссовъ, но и въ нихъ можно любоваться вѣковыми старожилами, подобными кунцевскому дубу, воспроизведенному на нашей фотографіи. Его могучій стволъ, почти въ четыре обхвата толщиною, поднимается со дна глубокаго оврага, а вершина разстилается надъ макушками столпившихся по обрыву липъ и осинъ.

Таковы размѣры, какихъ можетъ достигать стебель, исполняя свое назначеніе—нести шатеръ листьевъ, эту громадную зеленую поверхность, предназначенную для улавливанія солнечныхъ лучей, и нельзя не замѣтить, что для этой цѣли онъ представляется весьма цѣлесообразнымъ. Довольно вспомнить, какой полумракъ царитъ въ хвойномъ лѣсу, даже въ яркій день, чтобъ убѣдиться, что иглы должны быть распределены на стеблѣ самымъ выгоднымъ образомъ для того, чтобы при незначительной ихъ ширинѣ, онѣ могли перехватывать большую часть падающаго свѣта. И дѣйствительно, если съ перваго взгляда распределеніе листьевъ на стеблѣ кажется чѣмъ-то совершенно случайнымъ, то болѣе внимательное изученіе обнаруживаетъ въ этомъ отношеніи замѣчательную правильность. Первымъ, обратившимъ вниманіе на это обстоятельство,

былъ, кажется, знаменитый Леонардо да-Винчи, но только въ настоящемъ столѣтіи явленіе это подверглось подробному изученію со стороны ботаниковъ. Эта правильность расположенія выражается главнымъ образомъ въ томъ, что листья размѣщаются на стеблѣ такимъ образомъ, чтобы по возможности не заслонять, не затѣнять другъ друга, а въ то же время и не оставлять промежутковъ, въ которые могли бы бесполезно проскользнуть солнечные лучи. Въ справедливости этого можетъ убѣдиться всякій при первомъ взглядѣ на розетку листьевъ подорожника: они всё между собой чередуются, такъ что только девятый листъ прикрываетъ первый, т.-е. самый нижній. Конечно, чѣмъ болѣе листья разодвинуты одинъ отъ другого, тѣмъ менѣе они взаимно затѣняются. Но значительное развитіе листовой системы возможно только при извѣстныхъ размѣрахъ стебля. Въ большей части случаевъ это достигается лишь при значительной тратѣ строительнаго матеріала, такъ какъ стебель для того, чтобы нести большое число листьевъ, долженъ обладать значительною стойкостью и прочностью. Но есть растенія, которыя достигаютъ той же цѣли — приносятъ много листьевъ, взбираются на большую высоту — соблюдая при этомъ экономію въ строительномъ матеріалѣ: это — вьющіяся растенія, тонкіе, нѣжные стебельки которыхъ избираютъ себѣ опорой другія растенія или неодушевленные предметы; обвиваясь вокругъ нихъ или цѣпляясь за нихъ, они карабкаются на значительную высоту и производятъ значительную листовую поверхность, которую сами не въ состояніи были бы нести. Таковы, напримѣръ: хмель, полевая повилика, плющъ и множество растений, населяющихъ тропическіе лѣса и слыущихъ подъ общимъ названіемъ—*ліанъ*.

Такимъ образомъ на долю стебля выпадаетъ двоякое отправленіе: нести листья и проводить питательные соки изъ корня въ листъ, изъ листа въ корень; для этого онъ, очевидно, долженъ обладать извѣстными приспособленіями, которыя бы сообщали ему необходимую прочность, твердость, упругость и другія механическія свойства, а въ то же время долженъ представлять систему каналовъ или иныхъ путей для проведенія

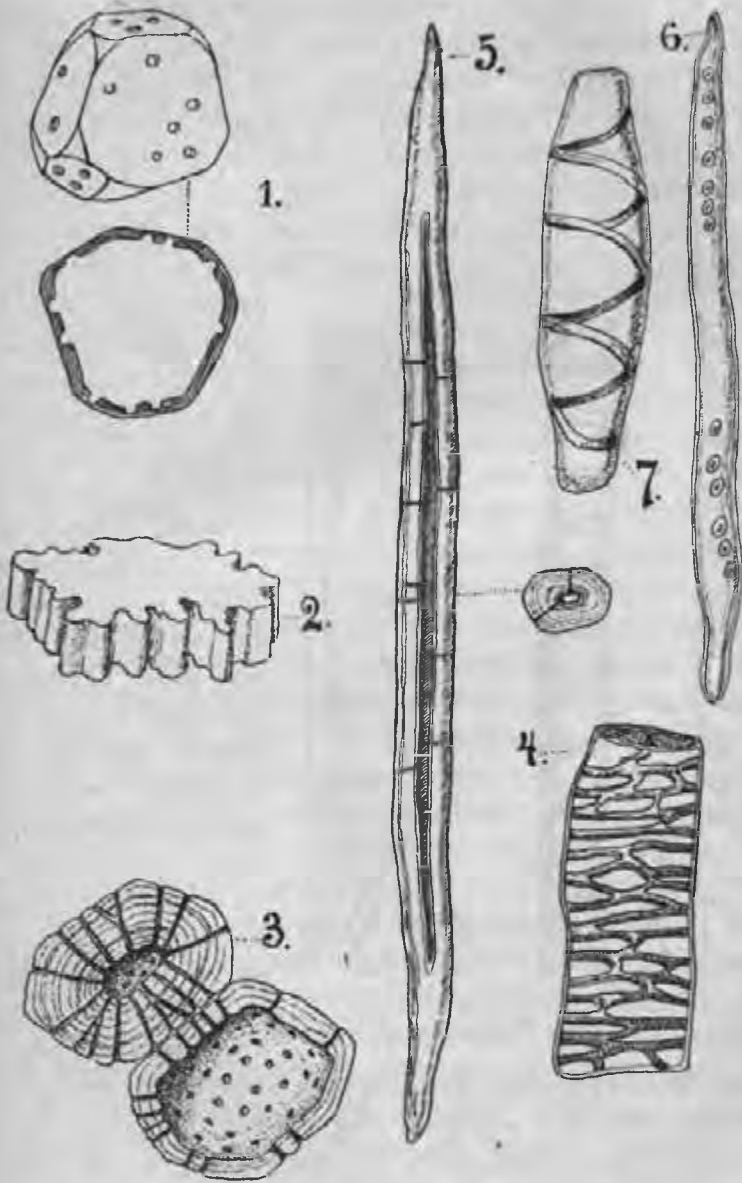
соковъ. Для того, чтобы понять, какимъ образомъ стебель выполняетъ эти оба назначенія, необходимо ознакомиться съ его строеніемъ и еще прежде ознакомиться со строеніемъ самыхъ клѣточекъ, этихъ, какъ мы выразились въ первой бесѣдѣ, кирпичей, изъ которыхъ выведено зданіе растенія.

Стоитъ вырѣзать очень тонкій поперечный ломтикъ дерева, и мы тотчасъ увидимъ, что онъ продырявленъ мельчайшими отверстіями: это—полости, просвѣты клѣточекъ. Съ тѣмъ, что находится въ клѣточкѣ,—съ ея химическимъ содержимымъ—мы уже успѣли познакомиться; въ настоящее время она насъ интересуетъ, главнымъ образомъ, съ механической точки зрѣнія, какъ строительный матеріалъ, и въ этомъ отношеніи главная роль принадлежитъ ея твердому остоу—стѣнкѣ, отъ которой зависитъ вся ея форма.

Въ свободномъ состояніи клѣточка чаще всего представляетъ шарообразную форму, въ соединеніи же съ другими клѣточками, въ тканяхъ, эта шарообразная форма переходитъ въ многогранную (какъ на фиг. 41, 1). Но такая многогранная форма свидѣтельствуетъ все же, что клѣточка въ теченіе всей своей жизни развивалась почти равномѣрно по всѣмъ направленіямъ; если же она будетъ развиваться преимущественно по двумъ направленіямъ, по двумъ осямъ, то получится форма плоская, въ видѣ таблички: такія табличныя клѣточки образуются преимущественно на поверхности органовъ, изъ нихъ состоитъ кожица, облегающая растенія (фиг. 41, 2). Наконецъ, клѣточка можетъ развиваться почти исключительно въ одномъ направленіи, по одной оси; тогда образуется не многогранная, не плоско-табличная форма, а очень удлиненная, вытянутая форма, получается *волокно* (какъ на фиг. 41, 5 и 6). Изъ такихъ удлиненныхъ волоконъ состоитъ въ значительной степени древесина нашихъ деревьевъ, но это еще не самыя длинныя волокна. Волокнистыя клѣточки, напримѣръ, льна, которыя мы употребляемъ для пряжи, иногда около тысячи разъ длиннѣе своего поперечника, такъ что мы не могли бы даже изобразить ихъ здѣсь въ надлежащемъ масштабѣ, пришлось бы провести простую черту. Разнообразіе формъ клѣточекъ не ограничивается ихъ общимъ очертаніемъ, ихъ внѣш-

нимъ обликомъ; самая стѣнка можетъ представлять очень разнообразное строеніе: то она совершенно равномерна и тонка (какъ на фиг. 41, 1 и 2), то повсемѣстно утолщена, при чемъ замѣтно, что она состоитъ изъ концентрическихъ слоевъ (фиг. 41, 3 и 5), то, наконецъ, эти внутренніе слои отлагаются не сплошь, а только мѣстами, образуя самые причудливые узоры. Если, напримѣръ, не утолщенными останутся лишь небольшія мѣста оболочки, то вся клѣточка (прозрачная, какъ всегда) представится какъ бы пятнистою, а на поперечномъ ея разрѣзѣ мы замѣтимъ, что этимъ пятнамъ соотвѣтствуютъ каналы, пронизывающіе всю толщину оболочки (фиг. 41, 1 и 3). При этомъ любопытно, что каналы въ смежныхъ клѣткахъ всегда соотвѣтствуютъ, такъ что эти пятна, или, какъ ихъ называютъ, *поры* или *продушины*, не что иное, какъ мѣста, гдѣ соприкасающіяся клѣтки раздѣлены лишь очень тонкою первоначальною оболочкой, чрезъ которую ихъ соки могутъ легко диффундировать. Иногда же и эта тонкая оболочка исчезаетъ, и тогда полости сосѣднихъ клѣтокъ сообщаются. Наоборотъ, если не утолщеною останется значительная часть оболочки, то появляющіяся съ внутренней стороны утолщенія могутъ представить самый разнообразный видъ сѣтокъ, колецъ, винтообразно-закрученныхъ лентъ (фиг. 41, 4, 7) и пр. Микроскописты обыкновенно съ особенною любовью перечисляли и описывали разнообразныя формы поръ и утолщеній, но для фізіолога форма, какъ бы она ни была сама по себѣ любопытна, не представляетъ интереса, пока неизвѣстенъ ея смыслъ, ея значеніе въ жизни растенія, а таково именно было положеніе дѣла по отношенію къ различнымъ формамъ утолщеній, и только въ сравнительно недавнее время стали появляться попытки объяснить фізіологическую роль этихъ образований, о чемъ мы скажемъ нѣсколько словъ ниже.

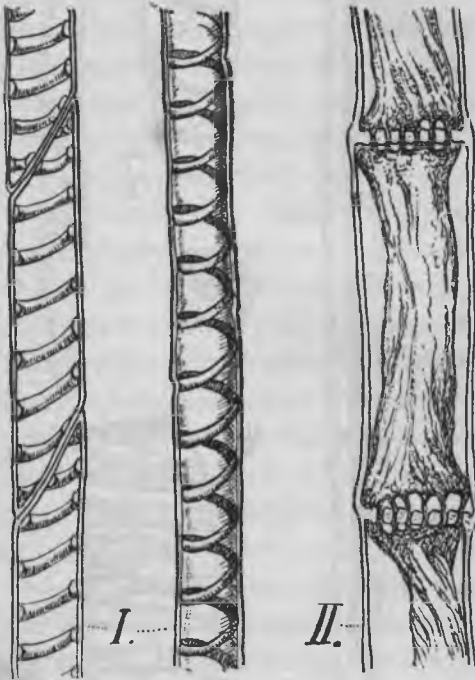
Исчисленными двумя обстоятельствами, общимъ очерченіемъ клѣточки и строеніемъ стѣнокъ, еще не исчерпывается все разнообразіе клѣточныхъ образований. Клѣточки еще могутъ сливаться между собою въ болѣе сложные органы, такъ называемые *сосуды*. Сосуды обыкновенно образуются чрезъ дырявливаніе или совершенное исчезаніе, всасываніе попереч-



Фиг. 41.

ныхъ перегородокъ въ вертикальныхъ рядахъ кѣтокъ. Такъ, на примѣръ, если рядъ кѣточекъ со спиральными утолщеніями потеряетъ поперечныя, разграничивающія ихъ перегородки

(фиг. 42, 1 лѣвый), то изъ этого произойдетъ сплошная трубка, такъ называемый спиральный сосудъ (фиг. 42, I правый). Но иногда, какъ сказано, вертикальные ряды клѣточекъ, превращаясь въ сосуды, не теряютъ вполнѣ своихъ поперечныхъ перегородокъ, а только сообщаются между собою посредствомъ болѣе или менѣе значительныхъ поръ. Любопытна одна форма подобныхъ сосудовъ, въ которыхъ кучки мельчайшихъ поръ собраны наподобіе ситъ или рѣшетъ, откуда и самыя клѣточки получили названіе



Фиг. 42.

ситовидныхъ или *рѣшетчатыхъ*. На фиг. 42, II, изображена одна цѣлая такая клѣточка, соединенная съ двумя другими въ сосудъ; ихъ поперечныя стѣнки просверлены мельчайшими порами, представляющими подобіе сита. Черезъ эти поры содержимое клѣточекъ можетъ сообщаться; удалось даже подмѣтить мельчайшія крупинки крахмала, засѣвшія въ порахъ, и мы вскорѣ увидимъ, какое важное фізіологическое значеніе представляютъ эти сосуды.

Кромѣ сосудовъ, образующихъ только длинныя прямыя трубки, встрѣчаются еще и такіе, которые, вѣтвясь и сплетаясь между собой, образуютъ цѣлую сложную сѣть сообщающихся каналовъ. Такіе сосуды обыкновенно содержатъ *бѣлый*, рѣже желтый сокъ, откуда имъ и дано названіе млечныхъ сосудовъ. Примѣры растений, содержащихъ млечный сокъ, всякому болѣе или менѣе извѣстны: таковы одуванчикъ и макъ, выделяющіе при малѣйшемъ пораненіи бѣлый сокъ; таковъ, конечно всякому съ дѣтства

знакомый, чистотѣль, изъ стеблей и листовыхъ жилокъ котораго при разрывѣ выступаетъ желтый сокъ; таковъ, наконецъ, столь обыкновенный въ комнатной культурѣ *Ficus*, дающій, наравнѣ съ нѣкоторыми другими тропическими растеніями, изобильный млечный сокъ, извѣстный въ засохшемъ видѣ подѣ названіемъ *каучука*. Всѣ эти млечные соки заключены въ сложной системѣ вѣтвящихся и сплетающихся сосудныхъ трубокъ, разсѣянныхъ по всему растенію, по преимуществу въ корѣ и листьяхъ.

Описанные элементарные органы растенія можно вообще раздѣлить на три группы, которымъ, если не исключительно, то преимущественно, свойственны три различныя отправленія. Эти три группы или категоріи будутъ слѣдующія: собственно кѣлѣочки, волокна и сосуды. Въ первыхъ происходятъ процессы питанія, т.-е. образованіе и превращеніе питательныхъ веществъ; онѣ содержатъ хлорофиллъ, въ нихъ же отлагаются запасы бѣлковыхъ веществъ, крахмала, сахара, кристаллы минеральныхъ солей и проч. Это—лабораторіи и кладовыя растенія. Волокна служатъ главнымъ образомъ для механическихъ цѣлей, потому что содержимое въ нихъ не играетъ роли: главное значеніе принадлежитъ ихъ формѣ, вытянутой въ длину, и ихъ стѣнкѣ, утолщенной иногда до полного уничтоженія полости (какъ, напримѣръ, на фиг. 41, 5). Новѣйшія изслѣдованія показали, что какъ по матеріалу, изъ котораго состоятъ эти механическіе элементы, такъ и по ихъ строенію и въ особенности по распредѣленію ихъ въ стебляхъ они съ изумительнымъ совершенствомъ приспособлены для своего отправленія, т.-е. для сообщенія частямъ растенія необходимой прочности, упругости и пр., при возможной экономіи строительнаго матеріала. Такъ, наприм., получился поразительный результатъ, что матеріалъ, изъ котораго состоятъ эти волокна, въ извѣстномъ отношеніи почти не уступаетъ желѣзу а расположены они по всѣмъ правиламъ инженернаго искусства. Третья категорія—сосуды служатъ главнымъ образомъ для проведенія соковъ.

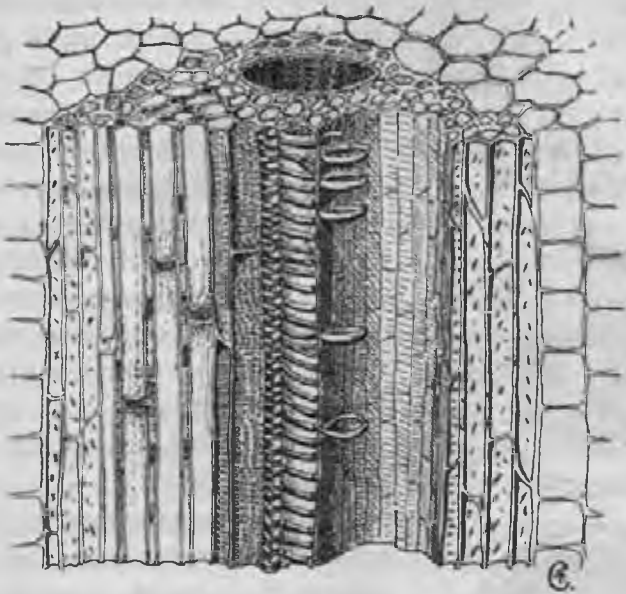
Посмотримъ теперь, какъ распредѣляются въ растеніи эти элементы, столь различные по своему строенію и по отправленію.

Собственно клѣточки образуютъ такъ называемую *соединительную* или *основную* ткань, т.-е. связь и основу всякаго органа, волокна же вмѣстѣ съ сосудами образуютъ *пучки*, которые проходятъ среди этой основной ткани. Всего лучше мы это видимъ въ листьяхъ. Срединѣ листа, въ промежуткѣ между его двумя кожицами, занята, какъ мы уже знаемъ, листовою мякотью, т.-е. основною тканью, а въ ней проходятъ жилки, или нервы. Это и будутъ пучки; они или тянутся продольными рядами, или образуютъ сложныя сплетенія, цѣлую сѣть, о которой съ перваго взгляда на листь мы получаемъ только слабое понятіе. Для того, чтобы убѣдиться, какъ нѣжна и тонка эта сѣть, стоитъ оставить листь нѣсколько времени гнить въ водѣ, тогда безъ труда можно мягкою щеточкой удалить обѣ кожицы и мякоть листа и получить отдѣльно эту сѣть нервовъ, съ которою не сравнится никакое кружево *). Названіе нервовъ не совсѣмъ удачно выбрано, такъ какъ эти органы не имѣютъ *почти* ничего общаго съ нервами животныхъ. Если уже проводить подобную параллель, то скорѣе ихъ можно сравнивать одновременно со скелетомъ и съ сосудистою системою, такъ какъ они представляютъ и твердый остовъ листа, и систему каналовъ для передвиженія питательныхъ веществъ. Я выразился однако съ осторожностью, что они не имѣютъ *почти* ничего общаго съ нервами животныхъ, потому что высказывается, какъ мы увидимъ, мнѣніе, что они представляютъ пути, по которымъ передается въ растеніи раздраженіе. Если это мнѣніе оправдается, то, очевидно, мы должны будемъ признать въ нихъ нѣкоторое, хотя бы отдаленное, сходство съ нервами животнаго.

Тѣ же нервы или жилки, которые такъ явственны въ листь, тянутся и въ стеблѣ, но тамъ далеко не такъ рѣзко выражены, не бросаются сами собою въ глаза. Впрочемъ, различныя растенія представляютъ въ этомъ отношеніи весьма различное строеніе; опишемъ два наиболѣе общихъ случая.

*) Такой же обработкѣ можно подвергнуть и другія части растений и составлять изъ нихъ полупрозрачныя, какъ бы воздушныя букеты (*фитомы*, какъ ихъ называютъ англичане).

У однихъ, у класса *однодольныхъ* *) растений, куда относятся, напимѣрь, паша злаки, спаржа, а изъ древесныхъ растений пальмы, эти пучки разбросаны въ основной ткани, какъ это показано (фиг. 44, I) на поперечномъ сѣченіи. Одинъ такой пучёкъ съ окружающею его основною тканью изъ стебля маиса изображёнъ въ очень увеличенномъ видѣ въ долеомъ и поперечномъ сѣченіи на фиг. 43 **). Здѣсь ясно видно, что пучёкъ



Фиг. 43.

состоить изъ различныхъ сосудовъ: спиральныхъ, сѣтчатыхъ, кольчатыхъ и пр., а также волоконъ, между тѣмъ какъ окружающая ткань состоитъ изъ клѣточекъ. Еще нагляднѣе можно обнаружить это строеніе стебля однодольныхъ, если погрузить отрѣзокъ стебля съ листьями на нѣсколько времени въ какую-нибудь окрашенную жидкость, напим., растворъ фуксина, тогда на поперечномъ разрѣзѣ, подобномъ фиг. 44, I, пере-

*) Такъ прозванныхъ потому, что у нихъ одна сѣменоходъ.

**) Поперечное и долеое сѣченіе чрезъ стебель маиса, представляющее одинъ сосудистый пучёкъ съ окружающею основною тканью. Большое отверстіе посрединѣ мелкихъ—просвѣтъ очень крупнаго сосуда. Рядъ менѣе крупныхъ сосудовъ разрѣзанъ вдоль.

рѣзанные пучки выступать въ видѣ красныхъ пятенъ на безцвѣтномъ полѣ основной ткани.

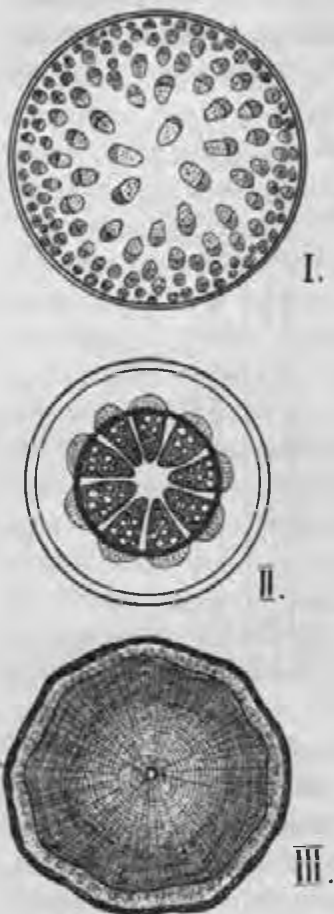
Совсѣмъ иное строеніе представляютъ намъ стебли хвойныхъ и двудольныхъ *) растений, куда относятся всѣ наши древес-

ныя породы: дубъ, липа, кленъ и пр. Для того чтобы разъяснить себѣ строеніе этихъ стеблей, необходимо вдаться въ нѣкоторыя анатомическія подробности, безъ которыхъ дальнѣйшее изложеніе было бы непонятно.

И ботаники, и неботаники отличаютъ на срубѣ дерева три части: кору, древесину, представляющую рядъ концентрическихъ колецъ, и сердцевину (фиг. 44, III). Но ботаники идутъ далѣе и усматриваютъ здѣсь то же различіе между основною тканью и сосудисто-волокнистыми пучками, какое мы видѣли такъ ясно выраженнымъ въ стеблѣ однодольныхъ растений.

Постараемся выяснитъ это обстоятельство. Въ стеблѣ однодольнаго мы видимъ преобладаніе основной ткани; пучки разбросаны въ ней безъ порядка, и каждый пучекъ со всѣхъ сторонъ окруженъ ею. Но представимъ себѣ, что эти пучки будутъ расположены правильно, однимъ кольцомъ, и притомъ будутъ такъ сильно развиты, что между ними останутся

только сравнительно узкія прослойки основной ткани, тогда мы получимъ стебель, изображенный на фигурѣ 44, II **). Та-



Фиг. 44.

*) Т.-е. имѣющихъ двѣ семенодоли.

**) Фиг. 42, I. Стебель пальмы или спаржи. II. Схема стебля однолѣтняго двудольнаго, III. Стебель древеснаго ствола двудольнаго растенія. Всѣ три въ поперечномъ сѣченіи.

ково дѣйствительно строеніе молодого, однолѣтняго стебля какого-нибудь изъ нашихъ древесныхъ растеній; мы видимъ въ немъ основную ткань въ срединѣ кольца сосудистыхъ пучковъ, это — *сердцевина*; видимъ ее въ формѣ узкихъ, расходящихся лучами отъ сердцевины, прослоекъ въ промежуткѣ между пучками, это — такъ называемые *сердцевинные лучи*; видимъ ее, наконецъ, снаружи этого кольца, это — такъ называемая *первичная кора*, сочная, обыкновенно зеленая, состоящая изъ клѣточекъ. Такимъ образомъ, на поперечномъ сѣченіи каждый сосудистый пучекъ, заключенный между двумя сердцевинными лучами, имѣетъ форму треугольника или клина, обращеннаго вершиной къ центру. Эта клиновидная форма пучковъ сохраняется и въ многолѣтнемъ стеблѣ. Лучисто расходящіяся свѣтлыя полоски, которыя мы замѣчаемъ на фигурѣ 44, III, представляютъ сердцевинные лучи, а болѣе темныя клинья между ними — сосудистые пучки. Значитъ, въ многолѣтнемъ древесномъ стволѣ пучки составляютъ преобладающую часть; основная ткань представляется въ промежуткѣ между ними узкими, иногда едва замѣтными, сердцевинными лучами; отсюда понятно, что различіе между пучками и основною тканью не такъ рѣзко выступаетъ, какъ у однодольныхъ, и обнаруживается только при микроскопическомъ изслѣдованіи *). Главная часть стебля нашихъ древесныхъ породъ состоитъ, слѣдовательно, изъ сосудистыхъ пучковъ, но не въ этомъ еще заключается ихъ самая выдающаяся особенность. Онѣ отличаются отъ однодольныхъ растеній, какъ, на примѣръ, пальмъ, тѣмъ, что способны въ теченіе всей своей жизни расти въ толщину, на что послѣднія неспособны. Это зависитъ отъ слѣдующаго анатомическаго устройства. Какъ всякому извѣстно, у всѣхъ нашихъ древесныхъ растеній кора рѣзко отдѣляется отъ древесины; весной, когда растеніе переполнено соками, она даже легко отстаетъ отъ послѣдней. Не ботаники полагаютъ, а въ былое время полагали и ботаники, что между корой и древесиной есть перерывъ на-

*) См. ниже фиг. 62, изображающую небольшой участокъ древесины, пересѣкаемой сердцевиннымъ лучомъ.

полненный, въ особенности весной, густою жидкостью, изъ которой способны образоваться новыя части растенія. Точное микроскопическое изслѣдованіе показало, что здѣсь никакого перерыва однако нѣтъ, но что въ этомъ мѣстѣ стебля расположена кольцомъ ткань, очень нѣжная, очень сочная, способная постоянно образовывать новыя клѣточки, откуда ее и называютъ *образовательною* тканью, или камбіемъ. На фигурѣ 44, II, она изображена темнымъ кольцомъ. Это кольцо, какъ видно, пересѣкаетъ поперекъ и сосудистые пучки, и сердцевидные лучи, и весь стебель дѣлится имъ на двѣ части—древесину, лежащую внутри кольца, и кору, лежащую кнаружи. Благодаря присутствію этого кольцеобразнаго, сплошнаго, образовательнаго слоя, котораго нѣтъ у однодольныхъ, такъ какъ у нихъ сосудистые пучки не расположены правильно въ кругъ, а разбросаны, стебли двудольныхъ и хвойныхъ способны къ продолжительному росту въ толщину. Эта образовательная ткань каждый годъ отлагаетъ нѣсколько новыхъ рядовъ элементовъ, какъ въ сторону древесины, такъ и въ сторону коры, но древесина образуется въ большомъ количествѣ (фиг. 44, III), и ряды ея клѣточекъ отлагаются гораздо ровнѣе, почему она и представляетъ намъ то правильное чередованіе годовичныхъ колецъ, которое мы замѣчаемъ на каждомъ поперечномъ разрѣзѣ дерева.

Посмотримъ теперь, какой анатомическій составъ представлять эти двѣ части сосудистыхъ пучковъ, раздѣленные образовательною тканью, т.-е. часть древесинная и часть коровая. Въ древесинной части мы встрѣчаемъ почти исключительно волокна, изображенныя на фиг. 41, 6 и получившія названіе древесныхъ, и разнообразныя сосуды: пористые, сѣтчатые, спиральныя и др., но никогда не ситовидныя. Въ коровой части находимъ очень удлиненныя волокна съ очень толстыми стѣнками (фиг. 41, 5), подобныя описаннымъ выше волокнамъ прядильныхъ растений, изъ сосудовъ же встрѣчаемъ только описанные выше *ситовидные* (фиг. 42, II). Волокна образуютъ ту часть коры, которая называется *лубомъ*; она сильно развита, напримѣръ, у липы, и даетъ общеизвѣстные продукты—лубки, мочало и лыко. Отъ этого луба и всѣ волокна, имѣю-

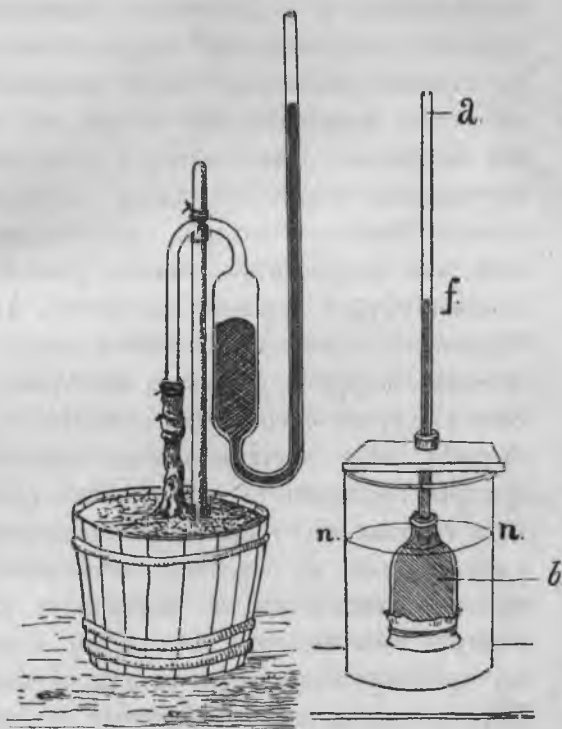
ція описанное строеніе, гдѣ бы они ни встрѣчались, получили названіе *лубяныхъ*. Такимъ образомъ, поперечный разрѣзъ многолѣтняго дерева представить намъ слѣдующія части: снаружи—то, что мы назвали *первичной корой*; въ этой части, какъ мы увидимъ ниже, въ болѣе поздній возрастъ растенія образуется особая ткань, служащая для защиты дерева; подъ первичною корой лежитъ коровая часть сосудистыхъ пучковъ, состоящая, главнымъ образомъ, изъ луба и заключающая ситовидные сосуды; эту часть, въ отличіе отъ первичной коры, мы назовемъ *вторичною корою*, далѣе—кольцо образовательной ткани, еще далѣе къ центру—древесина и, наконецъ, въ самомъ центрѣ—сердцевина. Этими анатомическими подробностями мы можемъ ограничиться. Хотя онѣ, быть-можетъ, нѣсколько скучноваты, въ особенности въ такой, по необходимости, сжатой формѣ, но безъ нихъ была бы непонятна фізіологическая дѣятельность стебля. Заручившись ими, мы можемъ приступить къ изслѣдованію вопроса: какими путями совершается движеніе растительныхъ соковъ, т.-е. взаимный обмѣнъ между тѣми веществами, которыя всосаны корнемъ, и тѣми, которыя вырабатаны листомъ?

Начнемъ съ перваго, болѣе простаго случая, съ того передвиженія веществъ, которое направляется изъ корня въ воздушныя части растенія, съ такъ называемаго *восходящаго* тока. Этотъ токъ доставляетъ всѣмъ частямъ растенія необходимую воду и растворенныя въ ней соли. Узнать путь, которымъ движется эта вода, весьма легко, благодаря тому обстоятельству, что отсутствіе въ растеніи надлежащаго количества воды немедленно обнаруживается его завяданіемъ. Слѣдовательно, дѣлая поперечные надрѣзы въ различныхъ частяхъ стебля живого растенія и наблюдая, гдѣ и въ какомъ случаѣ оно начнетъ вянуть, мы легко узнаемъ, пересѣкли ли тотъ путь, по которому движется восходящій токъ воды. Опытъ показалъ, что мы можемъ перерѣзать поперекъ всю кору, даже снять ее кольцомъ, и растеніе отъ этого не завянетъ, т.-е. его воздушнымъ частямъ будетъ попрежнему доставляться вода изъ почвы. Мы можемъ также перерѣзать сердцевину, да, впро-

чемъ, въ старыхъ растеніяхъ она и безъ того нерѣдко отмираетъ, образуется дупло, при чемъ съ возрастомъ разложеніе распространяется и на внутренне, старые слои древесины, и дерево отъ этого однако долго не страдаетъ. Очевидно, что восходящій токъ воды долженъ совершаться по древесинѣ, и притомъ молодой. Выводъ этотъ подтверждается и другимъ, уже упомянутымъ, опытомъ окрашиванія сосудистыхъ пучковъ цвѣтными жидкостями. Этотъ опытъ особенно нагляденъ, если взять для него листья, испещренные бѣлыми полосками, или бѣлые цвѣты; тогда, по прошествіи короткаго времени, вся сѣть жилокъ выступитъ цвѣтною на бѣломъ полѣ. Микроскопическое изслѣдованіе показываетъ, что окрасятся прежде всего именно сосуды. Значитъ, въ древесинѣ мы должны видѣть путь для восходящаго распространенія воды въ стеблѣ.

Но какъ объяснимъ мы причину этого поднятія воды, иногда на громадную высоту 300 футовъ? Причина этого движенія должна лежать и въ стеблѣ, и въ корнѣ: въ стеблѣ—потому, что отрѣзанные стебли и вѣтви всасываютъ воду и проводятъ ее въ листья; въ корнѣ—потому, что если отрѣзать стебель у самой шейки корня, мало того, если даже отрѣзать верхнюю часть корня, то изъ поперечнаго разрѣза оставшейся въ землѣ части его будетъ выступать вода. Познакомимся прежде съ этимъ явленіемъ выдѣленія воды изъ верхняго разрѣза корня, служащимъ очевидно, исходною причиною для поступленія воды въ стебель. Давно было замѣчено, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ изъ пораненнаго или поперекъ перерѣзаннаго стебля обильно вытекаетъ сокъ; этому явленію даже было дано названіе *плача* растенія, но полагали, что оно исключительно свойственно извѣстнымъ деревянистымъ стволамъ и въ извѣстное только время года; особенно рѣзко обнаруживается этотъ плачъ у виноградной лозы весной. Сравнительно недавнія изслѣдованія показали однако, что это явленіе общее всѣмъ растеніямъ, какъ древеснымъ, такъ и травянистымъ, и происходитъ круглый годъ, но, разумѣется, съ весьма различною силой. Для того, чтобы обнаружить это истеченіе и измѣрить его силу, поступаютъ такъ: срѣзаютъ стебель на небольшомъ разстояніи отъ земли и, при помощи каучуковой

трубки, надѣвають на него простую, загнутую колѣномъ стеклянную трубочку, если желаютъ только собрать и измѣрить количество вытекающей жидкости, или трубочку такой формы, какъ показано на фиг. 45 слѣва, если желаютъ узнать, подъ какимъ напоромъ выталкивается сокъ изъ разрѣза. Эта двояко изогнутая трубка, наполненная отчасти водой, отчасти ртутью, не что иное какъ манометръ, служащій для измѣренія давленія, подъ которымъ вытекаетъ сокъ изъ растенія. Сокъ, вытекая въ трубку, гонитъ передъ собою ртуть; по поднятію столба ртути въ открытомъ колѣнѣ мы и заключаемъ о силѣ давленія. Опытъ показалъ, что это давленіе можетъ доходить до тридцати шести футовъ водяного столба, то-есть вода выталкивается изъ разрѣза съ такою силой, что въ состояніи была бы еще выходить, даже если бы на площадь разрѣза давилъ сверху столбъ воды въ 36 футовъ. Чѣмъ объяснимъ мы эту способность корня поднимать воду на такую высоту? Слѣдующій опытъ даетъ намъ отвѣтъ. Возьмемъ небольшой стеклянный колоколъ (фиг. 45 справа, b), затынемъ его нижнее широкое отверстіе пузыремъ, а въ горлышко воткнемъ пробку съ длинною стеклянною трубкой a и погрузимъ все, какъ показано, въ сосудъ съ водою. Если бы въ колоколѣ заключалась также вода, то между водою въ наружномъ и во внутрен-



Фиг. 45.

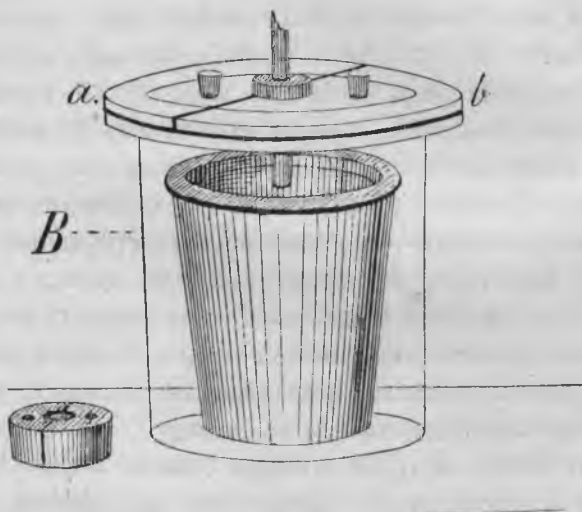
немъ сосудѣ не произошло бы никакого движенія,—разумѣется, подѣ условіемъ, чтобы уровни въ наружномъ и внутреннемъ сосудѣ были одинаково при $n=n$, потому что иначе вода, подѣ вліяніемъ собственнаго давленія, стала бы просачиваться чрезъ пузырь изъ сосуда, гдѣ ея уровень выше, въ сосудъ, гдѣ ея уровень ниже. Но представимъ себѣ, что во внутренній сосудъ налита не вода, а растворъ какого-нибудь вещества, встрѣчающагося въ клѣточкахъ растений, напримѣръ, сахара, который, какъ извѣстно, находится въ изобилии, напримѣръ, въ корняхъ свекловицы. Тогда обнаружится явленіе, съ перваго взгляда озадачивающее и какъ бы противорѣчащее тому, что только что было сказано о стремленіи воды, въ двухъ сообщающихся черезъ перепонку сосудахъ, придти къ общему уровню. Растворъ сахара — для большей наглядности мы можемъ его подкрасить — начнетъ быстро подыматься въ стеклянной трубкѣ и вскорѣ достигнетъ значительной высоты (f). Объясненіе этого явленія таково: вода и растворъ сахара, по законамъ диффузіи, стремятся навстрѣчу, одна—во внутренній сосудъ, другой — вонъ изъ него. Но частицы воды движутся быстрѣе, чѣмъ частицы сахара, слѣдовательно вода будетъ быстрѣе проникать въ сахаръ, чѣмъ сахаръ въ воду; мало того, вода гораздо легче проходитъ черезъ пузырь, чѣмъ сахаръ, слѣдовательно, на основаніи совокупнаго дѣйствія этихъ двухъ причинъ, токъ воды во внутренній сосудъ будетъ гораздо быстрѣе тока сахара, и отсюда это, сначала непонятное, какъ бы противорѣчащее гидростатикѣ, поднятіе раствора въ трубкѣ. Тотъ же результатъ мы получили бы, хотя не въ такой рѣзкой формѣ, если бы, вмѣсто сахара, взяли бѣлокъ, камедь или какое другое вещество, встрѣчающееся въ растительныхъ клѣточкахъ. Слѣдовательно и здѣсь явленіе сводится на диффузію, усложненную вліяніемъ перепонки. Явленія этого рода получили названіе *осмотическихъ*. Скорость этого явленія при прочихъ равныхъ условіяхъ будетъ зависѣть и отъ площади соприкосновенія двухъ жидкостей, въ нашемъ приборѣ—отъ величины отверстія, затянутаго пузыремъ. Допустимъ, что нашъ приборъ представляетъ подобіе корневой клѣтки, корневого волоска, вспомнимъ, какъ громадна площадь прикосновенія

этихъ волосковъ съ почвенною водою, и мы легко поймемъ, каковъ долженъ быть совокупный результатъ миллионовъ подобныхъ, хотя бы и микроскопическихъ, приборовъ. Каждая клѣтка жадно всасываетъ воду и черезъ свою, какъ должно предположить, болѣе тонкую внутреннюю стѣнку выдавливаетъ ее въ сосуды, которые гонять ее вверхъ по корню, въ стебель.

Таково объясненіе, которое мы можемъ дать этой *водоподъемной способности* корня. Ея одной, по всей вѣроятности, недостаточно для объясненія поднятія воды до макушки самыхъ высокихъ деревьевъ, къ тому же мы знаемъ, что отрѣзанные и погруженные въ воду стебли сами въ состояніи всасывать воду. Но для того, чтобы объяснить себѣ причину этого всасыванія воды стеблемъ, намъ нужно прежде познакомиться съ участіемъ, которое принимаютъ въ этомъ явленіи листья. Всего легче и нагляднѣе убѣждаемся въ этомъ слѣдующимъ опытомъ. Срѣзаемъ небольшую, покрытую листьями, вѣтвь—напр., березы—и обмакиваемъ ее срѣзаннымъ концомъ въ воду. Вынувъ ее изъ воды, замѣтимъ висящую на срѣзѣ каплю, но не пройдетъ и половины, даже четверти минуты, какъ эта капля всосется; обмакиваемъ снова и снова наблюдаемъ быстрое исчезаніе капли, показывающее, съ какою жадностью наша вѣтвь пьетъ доставляемую ей воду.

Корень гонитъ воду въ стебель, стебель жадно всасываетъ эту воду и проводитъ ее далѣе; куда же дѣнется эта вода, когда всѣ части растенія будутъ ею насыщены? Очевидно, если она постоянно прибываетъ съ одного конца, она должна убывать съ другого. При нѣкоторыхъ, исключительныхъ условіяхъ это явленіе наблюдается очень наглядно. Если въ теплый и влажный майскій или іюньскій вечеръ, послѣ заката солнца, наклонившись къ землѣ, взглянуть на поверхность поля, засѣяннаго яровымъ злакомъ, то можно увидѣть, что на самыхъ кончикахъ его прямо торчащихъ былипокъ сидятъ круглыя капельки. Если, вооружась терпѣніемъ, наблюдать нѣсколько времени за однимъ листомъ, то увидимъ, что эта капелька будетъ постоянно расти, расти и, наконецъ, скатится; на мѣстѣ ея, опять на самомъ острѣѣ листа, появится новая капелька

и такъ далѣе. То же явленіе можно наблюдать, если сдѣлать посѣвъ овса въ плошкѣ, покрытой стекляннѣмъ колпакомъ. На кончикахъ листочковъ будутъ постоянно появляться капли воды, которыя исчезнутъ, если снять колпакъ. Нѣкоторыя растенія представляютъ это явленіе въ еще болѣе рѣзкой формѣ и выдѣляютъ воду въ значительныхъ количествахъ. Анатомическое изслѣдованіе показало, что въ этихъ листьяхъ, въ мѣстахъ выдѣленія, находятся даже особыя отверстія. Но подобное выдѣленіе воды въ капельномъ состояніи составляетъ сравнительно рѣдкій случай; оно происходитъ преимущественно при описанныхъ условіяхъ, т.-е. когда окружающій воз-

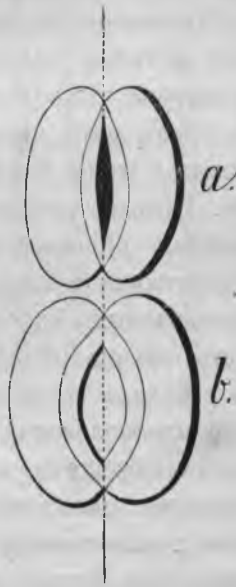


Фиг. 46.

духъ насыщенъ водянымъ паромъ, постоянно же и въ громадныхъ количествахъ растенія выдѣляютъ воду въ видѣ незамѣтнаго для глаза пара. Можно судить о томъ, какъ громадно это количество воды, испаряемой растеніями, по слѣдующимъ—конечно, приблизительнымъ—цифрамъ: десятина овса испаряетъ за все лѣто отъ 100.000 до 200.000 пудовъ воды, десятина смѣшанной луговой травы—около 500.000 пудовъ.

Опредѣлить это количество испаряющей воды мы можемъ различными способами; вотъ одинъ изъ простѣйшихъ и самыхъ точныхъ. Растеніе, вмѣстѣ съ горшкомъ, въ который оно по-

сажено, помѣщаютъ въ стеклянный или жестяной сосудъ и накрываютъ стеклянною же или жестяною пластиною, въ которой прорѣзано отверстіе для стебля (фиг. 46). Такимъ образомъ устраняется испареніе съ поверхности почвы и горшка, и, взвѣшивая отъ времени до времени весь приборъ, мы знаемъ, что потеря въ вѣсѣ зависитъ отъ испаренія растенія. Или мы можемъ взять два стеклянные, одинаковаго размѣра, колокола, величиной немного менѣ листа, испареніе котораго желаемъ изучить, и, защемивъ между ними этотъ листъ (разумѣется, осторожно, чтобы не раздавить его, но все же такъ, чтобы смазанные саломъ края колоколовъ плотно къ нему прилегли), сдѣлаемъ слѣдующій опытъ. Подъ каждый колоколъ помѣстимъ въ небольшомъ сосудѣ какое-нибудь вещество, жадно поглощающее водяные пары, какова, на примѣръ, сѣрная кислота, которую мы съ этою именно цѣлью и ставимъ между двойными зимними рамами, чтобы стекла не потѣли. Эта сѣрная кислота будетъ поглощать испаряющуюся изъ листа воду. Взвѣшивая отъ времени до времени эти сосуды съ сѣрною кислотой, мы узнаемъ, сколько она поглотила воды. Такимъ образомъ мы можемъ разрѣшить множество любопытныхъ вопросовъ. Мы узнаемъ, на примѣръ, что сильнѣе испаряетъ нижняя сторона листа, т.-е. та, которая, какъ мы видѣли, несетъ устьица *). Оказывается, что въ этихъ устьицахъ мы должны видѣть регуляторы испаренія. Когда растеніе переполнено водой, щелевидное отверстіе устьицъ широко раскрывается (фиг. 47, *b*), испареніе усиливается, но какъ только, вслѣдствіе ли усиленнаго испаренія или недостаточнаго притока воды, листья станутъ завядать, отверстіе устьицъ суживается (фиг. 45, *a*), почти закрывается, испареніе понижается



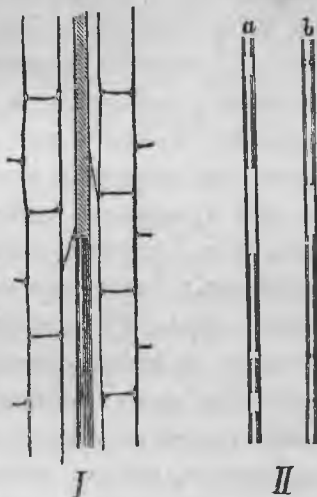
Фиг. 47.

*) См. 5 лекцію.

и растеніе начинаетъ оправляться. Изъ подобныхъ же опытовъ мы узнаемъ, что листья съ блестящею кожистою поверхностью испаряють менѣе, чѣмъ листья травянистые: это намъ объясняетъ, почему растенія съ такими кожистыми листьями, по видимому, легче выносятъ знойные, сухіе климаты. Наконецъ, подобные же опыты научаютъ насъ, что молодые листья испаряють быстрѣе старыхъ листьевъ одного и того же растенія, и этотъ фактъ даетъ намъ одно изъ объясненій, почему питательные соки будутъ притекать именно къ этимъ молодымъ растущимъ органамъ.

Убѣдившись въ томъ, какъ великъ расходъ воды, испаряемой листьями, мы можемъ вернуться къ разсмотрѣнію самаго механизма этого движенія воды въ стеблѣ. Вопросъ этотъ въ послѣдніе годы обратилъ на себя особое вниманіе, но нельзя сказать, чтобы получилъ вполне удовлетворительное разрѣшеніе. Правда, нѣтъ недостатка въ объясненіяхъ, но именно это изобиліе объясненій доказываетъ, что ни одно изъ нихъ не удовлетворяетъ вполне. Остановимся только на фактахъ, легко провѣряемыхъ на опытѣ. Прежде всего необходимо было рѣшить, какимъ путемъ движется токъ воды: въ полостяхъ или въ стѣнкахъ сосудовъ и сосудовидныхъ клѣтокъ. Противъ перваго предположенія, что сокъ движется въ полостяхъ сосудовъ, представляющихъ, очевидно, простѣйшій путь, такъ какъ онѣ образуютъ сплошной каналъ, противъ этого самаго естественнаго предположенія возражали, что сосуды обыкновенно не наполнены жидкостью, а содержатъ чередующіеся со столбиками жидкости пузырьки воздуха. Но именно это присутствіе воздуха, служившее прежде препятствіемъ для допущенія, что вода движется по сосудамъ, въ настоящее время служить ключомъ для объясненія этого явленія. Оказалось, что воздухъ этотъ находится обыкновенно въ очень разрѣженномъ состояніи, и, благодаря этому обстоятельству, каждый сосудъ дѣйствуетъ подобно насосу. Убѣждаются въ этомъ фактъ слѣдующимъ простымъ опытомъ. Пригибають какой-нибудь стебелекъ въ сосудъ со ртутью такъ, чтобы часть стебелька находилась подъ ртутью, и *подъ ртутью же* перерѣзають его. Если затѣмъ сдѣлать продольные разрѣзы изъ этого стебля, то убѣ-

димся, что ртуть въ видѣ тончайшихъ нитей проникла въ полости сосудовъ. Всего красивѣе видно это явленіе, если разсматривать микроскопическій препаратъ не въ проходящемъ свѣтѣ, какъ обыкновенно, а при падающемъ,—тогда въ сосудахъ ясно видимъ блестящіе ртутные столбики, подобно тому, какъ мы ихъ видимъ въ волосной трубкѣ термометра (фиг. 48, I^{*}). Вспомнимъ, что ртуть не подымается сама собою въ волосныхъ трубкахъ, какъ вода, а что, напротивъ, ее можно вгонять въ подобныя трубки, только прибѣгая къ давленію, тѣмъ болѣе значительному, чѣмъ уже трубки. Но поперечникъ сосудовъ гораздо менѣе поперечника тѣхъ волосныхъ трубокъ, надъ которыми обыкновенно производить физическіе опыты. Исходя изъ этихъ соображеній, мы можемъ заключить и приблизительно измѣрить, какъ значительно разрѣженіе воздуха въ сосудахъ, вызывающее это всасываніе ртути. Невольно возникаютъ два вопроса: почему же эти разрѣженные газы сосудовъ не приходятъ въ равновѣсіе съ внѣшней атмосферой и какая причина этого разрѣженія? Первый вопросъ разрѣшается очень просто: внутренняя атмосфера сосудовъ отдѣлена отъ наружныхъ частей растенія, содержащихъ воздухъ при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи, слоемъ непроницаемой ткани, такъ что совершенно уединена отъ внѣшней атмосферы. Но стоитъ только посредствомъ поперечнаго разрѣза привести срединныя части органа въ прикосновеніе съ атмосферой—и равновѣсіе между внутренней и внѣшней атмосферой мгновенно установится. Потому-то и необходимо дѣлать разрѣзъ подъ ртутью; какъ бы мы быстро



Фиг. 48.

этого разрѣженія? Первый вопросъ разрѣшается очень просто: внутренняя атмосфера сосудовъ отдѣлена отъ наружныхъ частей растенія, содержащихъ воздухъ при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи, слоемъ непроницаемой ткани, такъ что совершенно уединена отъ внѣшней атмосферы. Но стоитъ только посредствомъ поперечнаго разрѣза привести срединныя части органа въ прикосновеніе съ атмосферой—и равновѣсіе между внутренней и внѣшней атмосферой мгновенно установится. Потому-то и необходимо дѣлать разрѣзъ подъ ртутью; какъ бы мы быстро

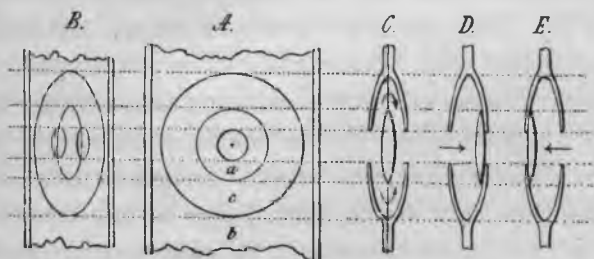
*) Особенно удобные для этой дѣли, очень распространенные въ послѣднее время, ручные микроскопы, употребляемые для передачи слушателямъ на лекціяхъ: микроскопы эти снабжены металлическими вогнутыми зеркалами, дѣлающими изображеніе при падающемъ свѣтѣ очень яснымъ.

ни переносили отрѣзанную вѣтвь въ ртуть, мы не получили бы результата. Но если срѣзанную, и затѣмъ погруженную концомъ въ ртуть, вѣтвь оставить въ такомъ положеніи нѣсколько времени, то замѣтимъ, что ртуть начнетъ подыматься въ сосудахъ. Этотъ опытъ даетъ намъ отвѣтъ на второй изъ поставленныхъ выше вопросовъ—какъ объяснить себѣ происхождение этой разрѣженной атмосферы? Объясненіе это слѣдующее. Листья испаряютъ воду, вслѣдствіе чего въ ихъ клѣточкахъ образуются болѣе концентрированные растворы заключающихся въ нихъ веществъ. Эти растворы, какъ мы видѣли выше (фиг. 45 вправо), притягиваютъ новыя количества воды изъ смежныхъ клѣточекъ и, такимъ образомъ, отъ клѣточки къ клѣточкѣ черпаютъ эту воду изъ ея запаса въ сосудахъ. Но если вода удаляется изъ сосудовъ, то воздухъ чередующихся съ ней пузырьковъ занимаетъ ея мѣсто, увеличивается въ объемъ, т.-е., другими словами, разрѣжается. Вслѣдствіе этого разрѣженія, новое количество воды всосется сосудами изъ клѣточекъ корня. Справедливость этого заключенія можетъ быть доказана прямыми опытами. Срѣзавъ кончикъ несущаго листья стебелька такимъ острымъ клиномъ, чтобы онъ былъ достаточно прозраченъ для помѣщенія его въ каплѣ воды подъ микроскопомъ, можемъ непосредственно убѣдиться въ слѣдующихъ фактахъ. Если въ каплѣ воды взвѣшены мелкія частицы порошковатаго тѣла, то мы замѣтимъ, какъ онѣ будутъ устремляться въ отверстія сосудовъ и нестись далѣе по ихъ длинѣ. Пузырьки, замѣчаемые въ сосудахъ, будутъ или уменьшаться, когда испареніе листьевъ будетъ ослабѣвать, или будутъ увеличиваться въ объемъ (т.-е. воздухъ будетъ разрѣжаться), когда испареніе листьевъ будетъ усиливаться (фиг. 48, II, *a* и *b*) *). Такимъ образомъ, въ настоящее время, несмотря на долголѣтнія сомнѣнія, роль сосудовъ, какъ водопроводовъ растенія, не можетъ быть долѣе оспариваема.

Въ связи съ ролью сосудовъ выяснился въ послѣднее вре-

*) На фиг. 48, II *a* и *b* изображены два послѣдовательныя состоянія одного и того же сосуда, наблюдаемаго подъ микроскопомъ, во время сильнаго испаренія воды листьями. Сравнивая ихъ между собою, замѣчаемъ, что при *b* капли воды уменьшились, а пузыри воздуха соотвѣтственно увеличились.

мя и смыслъ одной анатомической подробности ихъ строенія, давно останавливавшей на себѣ вниманіе самыхъ знаменитыхъ анатомовъ: это такъ-называемыя *окаймленные поры*, встрѣчающіяся на сосудахъ и сосудовидныхъ волокнахъ (трахеидахъ). Онѣ легко наблюдаются въ древесинѣ нашихъ хвойныхъ, т.-е. на микроскопическомъ разрѣзѣ, изъ любой почти, зажигаемой спички. Если сдѣлать долевоу разрѣзъ, такъ чтобъ онъ лежалъ въ плоскости, проходящей чрезъ ось и поперечникъ ствола (радіальный разрѣзъ), то замѣтимъ на стѣнкахъ сосудовидныхъ волоконъ многочисленные двуконтурные кружки (фиг. 49, А, а, б). При болѣе внимательномъ наблюденіи замѣтимъ и третій менѣе явственный кружокъ (с), средній между а и б.



Фиг. 49.

Если долевоу разрѣзъ не будетъ лежать въ плоскости поперечника ствола, а пересѣчетъ его подъ болѣе или менѣе острымъ угломъ, то картина измѣнится. Вмѣсто изображенія поры «съ лица», мы увидимъ ее «въ три четверти» (В) и убѣдимся, что внутреннихъ (малыхъ) кружковъ всегда два. Для того, чтобы выяснитъ себѣ далѣе строеніе поры, остается сдѣлать еще третій разрѣзъ, подъ прямымъ угломъ къ разрѣзу А; онъ дастъ намъ изображеніе поры въ профиль, т.-е. ея разрѣзъ (С, D, Е). Этотъ разрѣзъ намъ все объясняетъ. Оказывается, что общія стѣнки двухъ смежныхъ клѣточекъ образуютъ въ этомъ мѣстѣ чечевицеобразную полость, край которой соотвѣтствуетъ наружному кругу поры (b) *). Полость эта образована какъ бы двумя часовыми стеклами, просверленными посрединѣ круглы-

*) Для указанія соотвѣтственныхъ частей всѣхъ фигуръ проведены линіи точками.

ми отверстіями (*a*). На фиг. А отверстія эти лежатъ одно подъ другимъ, такъ что ихъ изображенія совпадаютъ въ одинъ внутренній кругъ (*a*); на фиг. В, благодаря тому, что мы смотримъ вкось, видны оба круга. Чечевицеобразная полость дѣлится пополамъ натянутою поперекъ тончайшею пленкою (С между *c* и *b*), середина которой утолщена въ видѣ диска (С). Края этого диска, просвѣчивая сквозь всегда прозрачную, какъ стекло, стѣнку клѣтки, и даютъ изображеніе средняго круга (*c* въ А и В). Ознакомившись съ устройствомъ этихъ поръ, зная, что элементы, ими снабженные, играютъ роль насосовъ, легко угадать ихъ значеніе: это — клапаны, въ высшей степени совершенные клапаны. Когда давленіе въ сосудахъ не велико, вода проходитъ чрезъ тонкую пленку (какъ показано стрѣлками при С). Сопротивленіе этихъ пленокъ движенію воды ничтожно: капля воды, нанесенная на верхній срѣзъ длинной вѣтви, почти мгновенно сопровождается выдѣленіемъ такой же капли изъ нижняго срѣза. Но эти тонкія пленки легко могли бы разрываться подъ вліяніемъ такихъ давленій, какія, какъ мы видимъ, наблюдались въ сосудахъ. Тогда тонкая пленка искривляется, и дискъ прикладывается къ тому или другому отверстию, смотря по направленію давленія (какъ показано стрѣлкой при D и E). Такимъ образомъ окаймленная пора является очень цѣлесообразно устроеннымъ, двустороннимъ клапаномъ, приспособленнымъ къ различнымъ давленіямъ въ сосудахъ. Эти клапаны обезпечиваютъ равномерное распредѣленіе воды въ растеніи.

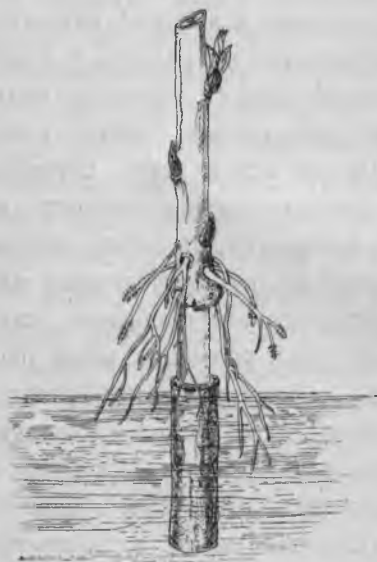
Узнавъ, что вода движется по сосудамъ, узнавъ и причину этого движенія, мы можемъ еще попытаться узнать, какъ быстро движется эта вода. Для этого поступаемъ слѣдующимъ образомъ. Вѣтвь изслѣдуемаго растенія помѣщаемъ въ воду, содержащую немного такого вещества, присутствіе котораго легко обнаружить въ растеніи, и, разрѣзая по прошествіи нѣкотораго времени стебель на поперечные кусочки, узнаемъ, до какой высоты успѣло подняться оно во время опыта. Самое быстрое движеніе, которое было наблюдаемо такимъ образомъ, достигало приблизительно одной сажени въ часъ.

Испареніе листьевъ, отнимая постоянно у воздушныхъ органовъ растенія воду, служить, слѣдовательно, главною при-

чиной поступленія новыхъ количествъ воды изъ стебля и корпя. Но спрашивается, почему же мы приписываемъ эту дѣятельность именно листьямъ, а не стеблямъ? Отвѣтъ на это намъ дать анатомическое строеніе стебля. Только въ самомъ молодомъ возрастѣ стебель бываетъ снабженъ кожицею, сходною съ кожицей листьевъ, затѣмъ она отмираетъ, трескается, отпадаетъ, а подъ нею, въ той части стебля, которую мы назвали первичной корой, образуется такъ называемая *пробковая* ткань. Пробковою она называется потому, что у одного вида дуба она очень развита и образуетъ то вещество, изъ котораго выдѣлываются пробки. Строеніе и внѣшній видъ этой ткани могутъ быть весьма различны: такъ, напримѣръ, у пробковаго дуба она образуетъ сплошной слой въ нѣсколько пальцевъ толщины, въ березѣ же она представлена тонкою, слоющеюся на листочки берестой. Но во всѣхъ этихъ случаяхъ она представляетъ одно общее свойство—непроницаемость для воды. Благодаря этому свойству, она образуетъ на стеблѣ какъ бы непромокаемую одежду, охраняющую его отъ бесполезнаго или даже вреднаго испаренія. Любопытно, что эта пробковая ткань образуется сама собою, именно, въ тѣхъ условіяхъ, когда растительный органъ, насильственно обнаженный, подвергается ненормальному испаренію, и, такимъ образомъ, она полагаетъ предѣлъ этому болѣзненному проявленію. Такъ, напримѣръ, стѣдитъ поранить какой-нибудь растительный органъ, обнажить, оставить незащищеннымъ его внутреннія ткани, и чрезъ нѣсколько времени рана сама собою затянется пробкой.

Итакъ, корень гонить воду въ стебель, стебель проводить ее къ листьямъ, листья испаряютъ ее въ воздухъ. Только при совокупномъ и равномерномъ исполненіи всѣхъ этихъ отправленій дѣятельность растенія будетъ вполнѣ правильною. Равновѣсіе нарушается, когда растеніе испаряетъ болѣе, чѣмъ получаетъ,—тогда оно вянетъ; равновѣсіе нарушается и тогда, когда растеніе не успѣваетъ испарять всей получаемой воды,—тогда оно начинаетъ выдѣлять ее въ видѣ капель, какъ это мы и замѣчаемъ въ теплые влажные вечера, когда, вслѣдствіе насыщенія атмосферы водянымъ паромъ, испареніе листа почти прекращается.

Переходимъ теперь къ разсмотрѣнію другого движенія питательныхъ веществъ, направляющагося не къ листу, а изъ листа во всѣ части растенія, въ томъ числѣ и въ корень. Что такое движеніе должно существовать, очевидно а priori, такъ какъ въ листѣ вырабатывается органическое вещество, изъ котораго построены всѣ части растенія; что оно дѣйствительно существуетъ, наглядно доказывается слѣдующимъ любопытнымъ опытомъ. Срѣжемъ ивовую вѣтвь и поставимъ ее въ воду. По прошествіи нѣсколькихъ дней или недѣль, вокругъ, нижняго сѣченія вѣтви образуется на-



Фиг. 50.

ростъ или наплывъ, и изъ этого наплыва начинаютъ пробиваться корешки. Эти корешки, очевидно, должны были образоваться на счетъ веществъ, полученныхъ изъ листа или уже находившихся, по дорогѣ отъ него, въ стеблѣ. Постараемся опредѣлить, какимъ же путемъ спустились они до вновь образовавшихся корней. Для этого употребимъ тотъ же пріемъ, который употребили для опредѣленія пути восходящаго тока. Сдѣлаемъ въ одной вѣтви кольцевую вырѣзку коры вплоть до камбія, какъ это показано на фиг. 50, и помѣстимъ

нашу вѣтвь въ воду на нѣсколько недѣль. Замѣтимъ, что на этотъ разъ корни появятся не въ нижней части стебля, а на верхнемъ краю кольцевой вырѣзки; очевидно, что, перерѣзавъ кору, мы преградили путь питательнымъ веществамъ, спускавшимся внизъ по стеблю.

Значить, кольцевая вырѣзка коры, нисколько не вредящая поднятію сока, идущаго изъ корня, окончательно препятствуетъ соку, идущему въ обратномъ направленіи. Значить, сокъ, идущій изъ корня, направляется по древесинѣ, сокъ, идущій изъ листьевъ — по корѣ. Въ справедливости этого вывода убѣ-

ждаетъ и другой опытъ. Выберемъ вѣтвь какого-нибудь растенія, на которой только что начали завязываться плоды, и вырѣжемъ кольцо коры въ томъ мѣстѣ вѣтви, которое отдѣляетъ плоды отъ ближайшихъ листьевъ, — плоды перестанутъ развиваться. Такимъ образомъ кольцевая вырѣзка коры, разобщающая какой-нибудь органъ, будетъ ли то корень или плодъ, съ питающими его листьями, занѣе отнимаетъ у этого органа возможность развитія. Слѣдовательно, не подлежитъ сомнѣнію, что питательныя вещества, служащія для построенія органовъ, движутся по корѣ. Но кора, какъ мы видѣли, представляетъ сложное строеніе; мы различаемъ въ ней первичную и вторичную кору, — по которой изъ этихъ двухъ системъ движется питательный сокъ? Дѣлаемъ вновь опытъ съ кольцевою вырѣзкой, но на этотъ разъ осторожно срѣзываемъ только наружную часть, первичную кору, стараясь не повредить вторичной, то-есть лубяной части сосудистыхъ пучковъ. Получаются результаты какъ въ первомъ опытѣ, то-есть корни образуются при основаніи вѣтви. Значить, движеніе совершается по вторичной корѣ. Попытаемся сдѣлать еще одинъ шагъ—опредѣлить, по какимъ же элементамъ вторичной коры будетъ двигаться этотъ сокъ. Мы знаемъ, что ихъ, главнымъ образомъ, два: лубяныя волокна и ситовидные сосуды. Уже одно сравненіе формъ этихъ двоякаго рода элементовъ дѣлаетъ вѣроятнымъ, что это отправленіе принадлежитъ послѣднимъ, такъ какъ волокна представляютъ очень толстыя стѣнки и почти полное отсутствіе полости, между тѣмъ какъ ситовидные сосуды представятъ широкіе каналы, сообщающіеся посредствомъ открытыхъ поръ, чрезъ которыя могутъ проходить не только жидкія и полужидкія вещества, но даже проскользаютъ мелкія крупинки крахмала. Это вѣроятіе превращается въ полную достовѣрность, благодаря слѣдующему опыту. Беремъ вѣтвь олеандра и продѣлываемъ съ нею то же, что сдѣлали во второмъ опытѣ съ ивовою вѣтвью, то-есть срѣзаемъ полное кольцо коры до самаго камбія. Получается совершенно неожиданный результатъ: корни образуются не только на краю вырѣзки, но и при основаніи вѣтви,—значить, питательныя вещества протикаютъ туда какими-нибудь иными путями помимо коры. Это

кажущееся противорѣчіе вполне выясняется, когда узнаемъ, что стебель олеандра представляетъ уклоненіе отъ описаннаго нами типическаго строенія ствола. У него, кромѣ ситовидныхъ сосудовъ въ корѣ, существуютъ еще пучки этихъ элементовъ въ сердцевинѣ, и они-то, вопреки кольцевой вырѣзкѣ коры, проводятъ соки въ нижнюю часть стебля. Такимъ образомъ, описанные четыре простые опыта съ вѣтвями ивы и олеандра постоянно, систематически, ограничивая кругъ возможныхъ предположеній, наконецъ, съ полною достовѣрностью указываютъ намъ на ситовидные сосуды, какъ на тѣ пути, по которымъ распространяется такъ называемое пластическое, то-есть служащее для построенія новыхъ частей, питательное вещество растенія.

Новѣйшія изслѣдованія надъ распредѣленіемъ млечныхъ сосудовъ въ листѣ дѣлаютъ вѣроятнымъ предположеніе, что они также служатъ очень удобными путями для движенія питательныхъ соковъ. На это указываетъ тотъ фактъ, что они всегда находятся въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ зеленою тканью листа, гдѣ вырабатываются питательныя вещества. Предположеніе это подтверждается наблюденіями, что потеря млечнаго сока истощаетъ нѣкоторыя растенія.

Указавъ путь, по которому движется сокъ, идущій изъ листьевъ, намъ остается еще указать на причины, побуждающія его двигаться. Здѣсь еще разъ, и уже въ послѣдній, объяснительнымъ ключомъ является диффузія—слово, которое, какъ постоянный припѣвъ, намъ приходилось повторять каждый разъ, когда возникалъ вопросъ о поступленіи или перемѣщеніи вещества изъ внѣшней среды въ растеніе или изъ одной его части въ другую. Растворенное вещество, по законамъ диффузіи, очевидно притекаетъ именно туда, гдѣ оно принимаетъ нерастворимую форму, слагаясь ли въ видѣ запаса на будущее время или прямо расходуясь на строеніе твердыхъ частей растенія *). Отложенія питательныхъ веществъ образуются на всемъ пути сосудистыхъ пучковъ; клѣточки, окружающія пучки, обыкновенно очень богаты крахмаломъ, иногда кристаллами и другими веществами. Отложеніе запасовъ питательныхъ

*) См. II и III лекціи.

веществъ мы видѣли въ бѣлкѣ сѣмени; такіе же запасы, но въ болѣе громадныхъ размѣрахъ, встрѣчаются и въ другихъ частяхъ растенія. Такъ, напримѣръ, они отлагаются въ сердцевинѣ, въ сердцевинныхъ лучахъ и вообще въ клѣточной ткани стеблей. Въ сердцевинѣ такъ называемыхъ саговыхъ пальмъ отлагаются запасы крахмала, которые можно считать пудами; въ клубняхъ картофеля отлагается также крахмалъ; въ корняхъ свекловицы отлагается въ изобиліи сахаръ; въ кочняхъ капусты или въ корняхъ рѣпы — разнообразнѣйшія питательныя вещества; наконецъ, въ мясистыхъ листьяхъ описанной выше агавы отлагается въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ запасъ сахара. Однимъ словомъ, нѣтъ почти растительнаго органа, который не могъ бы сдѣлаться вмѣстилищемъ, складомъ питательныхъ веществъ. Эти запасы идутъ въ дѣло или на слѣдующій годъ послѣ ихъ отложенія, какъ это бываетъ со свекловицей или капустой, запасы которыхъ потребляются на развитіе стеблевыхъ и цвѣточныхъ органовъ на второй годъ существованія, или эти запасы накапливаются десятками лѣтъ, какъ, напримѣръ, сахаръ въ листьяхъ агавы, и затѣмъ расходуются на образованіе колоссальныхъ соцвѣтій, несущихъ цвѣты и плоды этого растенія. Какъ бы то ни было, образованіе запасовъ есть только временное, переходное назначеніе питательныхъ веществъ; окончательнаго своего назначенія они достигаютъ только тогда, когда затратятся на образованіе новыхъ частей растенія, новыхъ органовъ, новыхъ клѣточекъ, то-есть тогда, когда послужатъ для его *роста*. Ознакомившись, такимъ образомъ, съ явленіемъ питанія, въ смыслѣ принятія, переработки и передвиженія пищи, мы въ слѣдующей бесѣдѣ можемъ перейти къ изученію явленій *роста*.

Григорій Георіевичъ

Лескинъ.

VII.

Р о с т ь.

Въ поэтическихъ сказаніяхъ нѣкоторыхъ народовъ сѣвера богамъ и вѣщимъ людямъ приписывается способность не только видѣть, но даже чуткимъ ухомъ «слышать травы прозябаніе». Въ настоящей лекціи мы именно займемся вопросомъ: можетъ ли глазъ и ухо простого смертнаго достигнуть такой степени изошренія, чтобы видѣть и слышать, какъ растеніе растетъ? Условимся прежде, какой ближайшій смыслъ мы придадимъ этому слову. Подъ ростомъ, въ тѣсномъ смыслѣ, мы будемъ разумѣть то увеличеніе въ размѣрахъ растенія, которое происходитъ вслѣдствіе превращенія усвоенныхъ и переработанныхъ имъ питательныхъ веществъ въ его твердую основу, въ его составъ, состоящій главнымъ образомъ изъ стѣнокъ его клітчекъ. Такимъ образомъ, хотя ростъ необходимо предполагаетъ питаніе, но оба эти процесса могутъ происходить и одновременно, ростъ можетъ происходить и при такихъ условіяхъ, когда одновременное питаніе невозможно, какъ, напримеръ, въ темнотѣ, даже обыкновенно эти оба отправленія раздѣлены какъ въ пространствѣ, такъ и во времени. Наиболѣе энергическій ростъ происходитъ обыкновенно въ самыхъ молодыхъ частяхъ, развивающихся на счетъ дѣятельности уже вполне развитыхъ органовъ, служащихъ по преимуществу для питанія. Особенно рѣзко обнаруживается раздѣленіе, во времени, этихъ двухъ существенныхъ отправленій растительной жизни, питанія и роста, въ тѣхъ перечисленныхъ нами въ концѣ прошлой лекціи случаяхъ, когда ростъ происходитъ на счетъ обильныхъ, нерѣдко многолѣтнихъ, запасовъ пищи. Мы

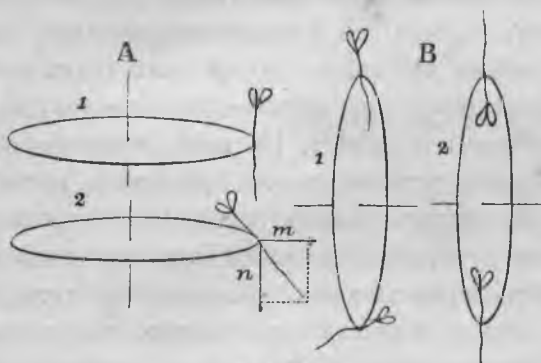
видѣли также, что во время прорастанія увеличеніе размѣровъ ростка не только не обусловливается соотвѣтствующимъ увеличеніемъ въ вѣсѣ, но даже сопровождается постоянною и значительною тратой вещества, вслѣдствіе дыханія.

Начнемъ нашъ обзоръ явленій роста съ того момента, когда изъ прорастающаго сѣмени выбивается корешокъ и ростокъ, когда одинъ, какъ бы убѣгая отъ свѣта, зарывается въ землю, а другой устремляется въ воздухъ, какъ бы тянется навстрѣчу къ свѣту. Первый вопросъ, который долженъ бы естественно представиться при наблюденіи этого явленія, но который, вѣроятно, мало кому приходитъ въ голову,—до такой степени мы привыкли къ этому явленію,—это вопросъ: почему корень и стебель растутъ въ противоположныя стороны, одинъ въ землю, другой въ воздухъ, одинъ внизъ, другой вверхъ?

Этотъ вопросъ стоилъ ученымъ не мало хлопотъ, да и въ настоящее время не можетъ считаться разрѣшеннымъ во всѣхъ своихъ подробностяхъ. Въ поискахъ за причинами этого явленія подозрѣнія ученыхъ весьма естественно пали на свѣтъ и на влажность почвы. Полагали, что стебли тянутся къ свѣту а корни убѣгаютъ отъ свѣта, и что, слѣдовательно, въ свѣтѣ должно видѣть внѣшнюю силу, обусловливающую направленіе роста. Но не трудно было доказать несостоятельность этого взгляда. Въ совершенной темнотѣ направленіе частей будетъ то же самое; мало того, если посѣять сѣмена въ рѣшетѣ и подвѣсить его надъ окномъ, такъ чтобы оно было освѣщено снизу, то корни, пройдя сквозь слой земли, выйдутъ наружу чрезъ отверстія рѣшета и будутъ продолжать расти къ свѣту, между тѣмъ какъ стебли потянутся вверхъ, слѣдовательно отъ свѣта. Другое предположеніе, что направленіе корня вызывается влажностью почвы, устраняется опытомъ, при которомъ прорастающія сѣмена окружаются со всѣхъ сторонъ влажною землею или заключаются въ сырую губку, степень влажности при этомъ со всѣхъ сторонъ одна и та же, а между тѣмъ направленіе корня и стебля будетъ, какъ всегда, отвѣсное. Итакъ, корень и стебель не имѣютъ никакого постояннаго положенія ни по отношенію къ свѣту, ни по отношенію къ влажности, постоянно только ихъ положеніе

къ горизонту: корень всегда растеть внизъ, стебель—вверхъ, или, выражаясь точнѣе, такъ какъ это явленіе наблюдается во всѣхъ точкахъ земного шара, у насъ, такъ же какъ у нашихъ антиподовъ, корень направляется къ центру земли, стебель—обратно. Уже одно это постоянство направленія указываетъ, что сила, вызывающая это явленіе, должна быть тяжесть, то-есть притяженіе нашей планеты, но мы можемъ это доказать строго-экспериментальнымъ путемъ. Если это направленіе частей зависитъ отъ силы тяжести, то, устранивъ эту силу, мы устранимъ самое явленіе: ослабивъ силу, ослабимъ явленіе; наконецъ, замѣнивъ эту силу другою, дѣйствующею въ иномъ направленіи, соотвѣтственно измѣнимъ и самое явленіе. Но какъ же взяться за дѣло, какъ устранить какое-нибудь тѣло на земной поверхности отъ дѣйствія притяженія земли? Какъ сдѣлать, чтобы для растенія не существовало ни верха, ни низа? Очевидно, въ буквальномъ смыслѣ, мы этого сдѣлать не въ состояніи. Но мы можемъ заставить эту силу дѣйствовать, въ краткіе промежутки времени, въ противоположномъ направленіи и, такимъ образомъ, взаимно уравновѣсимъ, устранимъ ея дѣйствіе въ болѣе продолжительные сроки времени. Для этого прикрѣпимъ прорастающія сѣмена на ободѣ вращающагося колеса (напримѣръ, на колесѣ, приводимомъ въ движеніе небольшимъ электромагнитнымъ двигателемъ). Если колесо будетъ вращаться въ горизонтальной плоскости (какъ на фиг. 51, А, 1), то, очевидно, это не помѣшаетъ корню расти внизъ, стеблю вверхъ. Но если колесо будетъ вращаться въ вертикальной плоскости (фиг. 51, В, 1), или, что все равно, если мы прикрѣпимъ проросшее сѣмя къ минутной стрѣлкѣ стѣнныхъ часовъ, то, очевидно, при каждомъ полуоборотѣ положеніе корня и стебля будетъ мѣняться; для растенія, въ итогѣ, не будетъ существовать ни верха, ни низа, ни правой, ни лѣвой стороны; постоянное, направленное въ одну сторону, дѣйствіе силы тяжести будетъ уничтожено. Опытъ, произведенный при такихъ условіяхъ, показалъ, что корень и стебель будутъ дѣйствительно принимать какое угодно положеніе, обыкновенно же сохраняютъ то положеніе, въ которомъ были прикрѣплены (см. фиг. 51, В, 1). До сихъ поръ мы

предполагали, что колесо вращается медленно, настолько лишь, чтобы сѣмя не могло долго оставаться въ одномъ положеніи относительно горизонта; заставимъ его теперь вращаться бы-
стрѣе. Тогда при этомъ будетъ дѣйствовать такъ называемая *центробѣжная* сила, то-есть обнаружится явленіе, которое мы наблюдаемъ, когда мы быстро вертимъ въ воздухѣ какое-нибудь тяжелое тѣло, привязанное на концѣ веревки. Эта сила дѣйствуетъ какъ бы по направленію отъ центра къ окружности, какъ это не трудно видѣть изъ слѣдующаго опыта. На гладкой спицѣ горизонтально вращающагося колеса, около его втулки, надѣто кольцо; какъ только колесо начнетъ вращаться съ достаточною быстротой, кольцо начнетъ скользить по спицѣ,



Фиг. 51.

пока не ударится объ ободъ колеса. Слѣдовательно, эта центробѣжная сила, дѣйствуя на тѣла, заставляетъ ихъ двигаться по направленію отъ центра къ окружности колеса. Очевидно, она не можетъ остаться безъ вліянія на прорастающія сѣмена. И дѣйствительно, если мы заставимъ колесо В вращаться съ извѣстною быстротой, то увидимъ, что корешки и стебли примутъ одно опредѣленное положеніе: корешки вытянутся по направленію дѣйствія силы, то-есть отъ центра; стебли, наоборотъ,—къ центру колеса (фиг. 51, В, 2). Посмотримъ теперь, какой результатъ получится съ быстро вращающимся горизонтальнымъ колесомъ. Здѣсь, очевидно, условія не тѣ же, что при вертикальномъ; тамъ сила тяжести совсѣмъ устранена, направляющею силой является центробѣжная; при горизон-

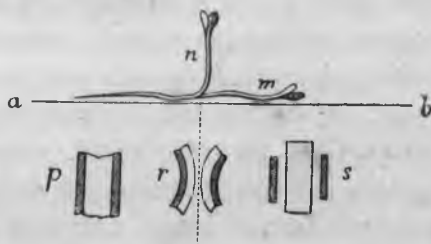
тальному же положеніи колесъ дѣйствуютъ обѣ силы. Подъ вліяніемъ одной силы тяжести корень направился бы, какъ показываетъ стрѣлка *n* (фиг. 51, А, 2); подъ вліяніемъ одной центробѣжной силы онъ направился бы, какъ показываетъ стрѣлка *m*; при одновременномъ дѣйствіи онъ, очевидно, долженъ принять извѣстное среднее положеніе, какъ показано на чертежѣ,—положеніе, которое тѣмъ болѣе будетъ приближаться къ горизонтальному, чѣмъ энергичнѣе будетъ дѣйствіе центробѣжной силы, то-есть чѣмъ больше колесо и чѣмъ быстрѣе оно вращается. Опытъ вполне подтверждаетъ это предположеніе. Итакъ, направленіе частей растенія зависитъ отъ силы, дѣйствующей по направленію къ центру земли; уничтожая вліяніе этой силы (какъ на медленно вращающемся вертикальномъ колесѣ), мы уничтожаемъ и самое вліяніе измѣняя это вліяніе дѣйствіемъ другой силы (какъ въ опытѣ съ быстро вращающимся горизонтальнымъ колесомъ), мы соответственно измѣняемъ и вліяніе. Но намъ извѣстна только одна такая сила—сила тяжести, то-есть притяженіе нашей планеты. Наконецъ, мы можемъ вызвать подобныя же явленія, замѣнивъ силу тяжести центробѣжною силой (какъ въ опытѣ съ быстро вращающимся вертикальнымъ колесомъ), и тогда замѣтимъ, что органы будутъ направляться въ томъ же смыслѣ, то-есть корень—по направленію дѣйствія силы, стебель — по направленію, противоположномъ дѣйствію силы.

Значитъ, притяженіе земли есть та сила, которая опредѣляетъ постоянное направленіе роста стебля и корня. Но одно дѣло—указать, какая сила дѣйствуетъ въ извѣстномъ явленіи, и совсѣмъ иное дѣло—показать, объяснить, какъ и почему эта сила дѣйствуетъ въ такомъ именно смыслѣ.

Въ самомъ дѣлѣ, если мы скажемъ, что корень подъ вліяніемъ силы тяжести направляется къ центру земли, то это будетъ само собою понятно, но какъ понять, что стебель подъ вліяніемъ той же силы тяжести, стремится, напротивъ *удалиться* отъ центра земли? А между тѣмъ таковъ, въ дѣйствительности, фактъ. Не только вертикально поставленный стебель продолжаетъ расти въ этомъ направленіи, но даже горизонтально положенный стебель приподнимается, изгибаясь крутымъ колѣ-

номъ. Вотъ небольшой ростокъ кресса, который я положилъ нѣсколько часовъ тому назадъ плашмя на стеклянную пластинку (*a, b*, фиг. 52); какъ видите, его стебелекъ заворотился кверху и изъ положенія *m* пришелъ въ положеніе *n*. Вотъ еще цѣлая щетка кресса, выращеннаго на кускѣ войлока; сначала войлокъ лежалъ горизонтально, затѣмъ я его поставилъ на ребро, затѣмъ верхомъ внизъ, затѣмъ на другое ребро, и снова горизонтально, такимъ образомъ стебельки четыре раза мѣняли свое положеніе относительно горизонта и, описавъ цѣлый кругъ, извернувшись петлею, продолжаютъ расти вверхъ. Очевидно, стебель подъ вліяніемъ силы тяжести, изворачивается по направленію, противоположному дѣйствию тяжести. Какъ это себѣ объяснить? При этомъ объясненіи мы, понятно, должны постоянно имѣть въ виду не

только стебель, но и корень. Удовлетворительнымъ можно признать только такое объясненіе, которое не только объясняетъ, почему стебель приподнимается, но въ то же время объясняетъ, почему съ корнемъ этого не бываетъ. Искомое объясненіе должно заключаться въ какомъ-нибудь различіи стебля и корня, потому что не можемъ же мы допустить, чтобы одна и та же сила дѣйствовала на сходныя тѣла несходнымъ образомъ.



Фиг. 52.

Посмотримъ же, какое объясненіе мы можемъ дать для явленія заворачиванія кверху стеблей. Для этого необходимо прежде ознакомиться съ однимъ любопытнымъ свойствомъ растительныхъ органовъ, съ явленіемъ такъ называемаго *напряженія тканей*. Вырѣжемъ изъ середины молодого растущаго стебля продольный ломтикъ, какъ изображено на фиг. 52, *p*, гдѣ затушеванная часть представляетъ кожицу и кору. Смочимъ этотъ ломтикъ водой, чтобы онъ не засохъ, и острымъ ножомъ разрѣжемъ его вдоль пополамъ. Обѣ половинки тотчасъ изогнутся, какъ показано на фиг. 52, *r*. Это искривленіе можетъ произойти только вслѣдствіе того, что наружная часть каждой по-

ловинки сдѣлается короче или внутренняя сдѣлается длиннѣе, чѣмъ была, или отъ того и другого вмѣстѣ. Во всякомъ случаѣ, мы приходимъ къ тому заключенію, что въ цѣломъ, не разрѣзанномъ пополамъ, кускѣ внутренняя и наружная части находятся во взаимно напряженномъ состояніи; одна растягиваетъ другую и обратно—сдерживается ею въ своемъ стремленіи вытянуться въ длину. Въ справедливости этого заключенія мы тотчасъ убѣждаемся, когда, вмѣсто одного разрѣза, сдѣлаемъ два и такимъ образомъ отдѣлимъ обѣ наружныя части, освободивъ отъ нихъ средину (фиг. 52, s). Тогда мы дѣйствительно замѣтимъ, что средняя часть вытянется, станетъ длиннѣе, чѣмъ была при *p*, а наружные отрѣзки сократятся, станутъ короче, чѣмъ были при *p*. Очевидно, что внутреннія части стебля стремятся вытянуться и, встрѣчая въ этомъ стремленіи сопротивленіе со стороны наружныхъ частей, растягиваютъ ихъ. Это взаимное напряженіе тканей играетъ очень важную роль въ жизни растенія; ему-то нѣжные, сочные стебли обязаны своею упругостью. Сами по себѣ ткани, состоящія изъ тончайшихъ клѣточныхъ стѣнокъ и жидкостей, не могли бы представить этихъ свойствъ. Только когда клѣточки переполнены жидкостью и стѣнки ихъ вслѣдствіе этого напряжены, только тогда, когда внутреннія ткани органа напрягаютъ наружныя и сами сжимаются имъ,—только тогда органъ становится упругимъ, не легко перегибается, не поникаетъ самъ собою, какъ это мы замѣчаемъ въ завядающихъ стебляхъ, въ которыхъ вслѣдствіе недостатка воды, ослабляется напряженіе оболочекъ отдѣльных клѣтокъ и взаимное напряженіе тканей.

А Прибѣгнемъ къ сравненію, нѣсколько грубому, но которое въ самой простой формѣ дастъ намъ понятіе о томъ, что въ общихъ чертахъ совершается въ растеніи во время роста. У меня въ рукахъ перчатка; ея пустые пальцы висятъ внизъ. Но вотъ я вдуваю въ одинъ изъ пальцевъ воздухъ и перехватываю его при основаніи,—теперь онъ уже можетъ держаться въ вертикальномъ и горизонтальномъ положеніи, не отвисая и не перегибаясь. Этотъ, надутый воздухомъ, палецъ представляетъ намъ нѣкоторое подобіе клѣтки, переполненной соками, или стебля, котораго наружныя части находятся подѣ

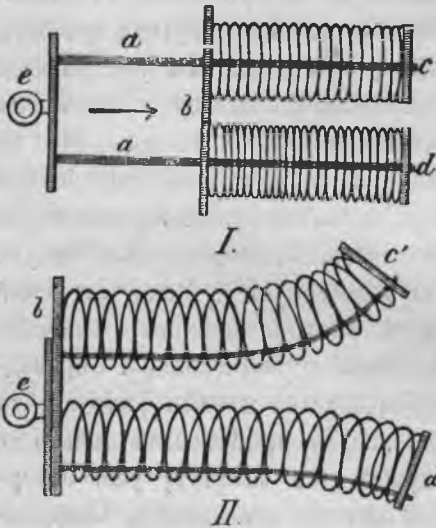
внутреннимъ давленіемъ быстрѣе ея растущихъ внутреннихъ частей.

Посмотримъ, какое же отношеніе все до сихъ поръ высказанное имѣетъ къ возбужденному нами вопросу: почему горизонтально положенный стебель самъ собою заворачивается кверху?

Пока стебель находится въ вертикальномъ положеніи, сила тяжести дѣйствуетъ на всѣ его части одинаковымъ образомъ; но какъ только мы приведемъ его въ горизонтальное положеніе, условія измѣняются. Нижняя часть, отъ болѣе ли обильнаго притока питательныхъ веществъ или отъ другихъ причинъ, будетъ расти, вытягиваться быстрѣе верхней. Мы уже знаемъ, что внутренняя часть стебля постоянно сдерживается въ своемъ стремленіи вытянуться упругостью наружной кожицы. Но въ горизонтальномъ стеблѣ нижняя половина этой внутренней части будетъ расти быстрѣе, при этомъ она будетъ неравномѣрно растягивать кожицу, — нижнюю часть, ближе къ ней лежащую, сильнѣе, чѣмъ верхнюю, болѣе отдаленную*). Мало того, сама нижняя кожица будетъ расти быстрѣе верхней, слѣдовательно сама будетъ легче поддаваться растягиванію. Справедливость этого заключенія подтверждается и тѣмъ фактомъ, что заворачиваніе лежащаго стебля кверху происходитъ только въ части, наиболѣе быстро растущей. Въ частяхъ, уже завершившихъ свой ростъ, подобное явленіе невозможно. Слѣдовательно, приводя стебель въ горизонтальное положеніе, мы тѣмъ самымъ вызываемъ въ немъ неравномѣрный, не симметрическій ростъ: нижняя часть обгоняетъ въ ростѣ верхнюю, стебель самъ собою искривляется, приподнимается. Но, можетъ-быть, эти соображенія покажутся недостаточно убѣдительными; въ такомъ случаѣ мы можемъ подкрѣпить ихъ прямымъ опытомъ. Возьмемъ два одинаковыхъ стебелька: одинъ оставимъ расти вертикально, а другой заставимъ насильственно расти въ горизонтальномъ положеніи и для этого просунемъ его въ узкую стеклянную трубку, въ которой онъ не могъ бы изгибаться

*) Само собой очевидно, что сопротивленіе растяженію, оказываемое верхней половиной кожицы, будетъ сильнѣе, потому что она какъ бы дѣйствуетъ на большое плечо рычага, между тѣмъ какъ нижняя — на малое (см. фиг. 53, II, с').

кверху. По прошествіи извѣстнаго времени расколѣмъ этотъ послѣдній стебелекъ пополамъ на верхнюю и нижнюю части. Какъ только мы его разрѣжемъ, верхняя часть сократится, а нижняя вытянется, а если мы сравнимъ ихъ съ длиной вертикальнаго стебелька, то увидимъ, что верхняя половина горизонтальнаго стебля короче, а нижняя длиннѣе вертикальнаго, какъ это и слѣдовало ожидать. То, что справедливо относительно лежачаго стебля, примѣняется и къ наклонному: какъ только стебель уклонится отъ отвѣсной линіи, сила тяжести,



Фиг. 53.

вызывая усиленный ростъ нижней стороны стебля, выпрямляетъ, возвращаетъ его къ отвѣсному положенію.

Намъ теперь вполнѣ понятно, почему подъ вліяніемъ силы тяжести стебель изгибается въ направленіи, противоположномъ дѣйствию этой силы. Но теперь рождается вопросъ, почему же не происходитъ того же съ корнемъ. Какъ видите, при болѣе внимательномъ изученіи явленія вопросъ совершенно извра-

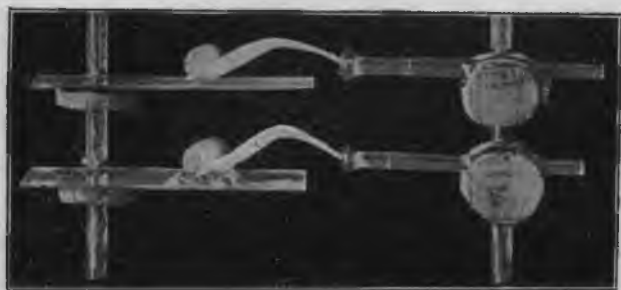
тился. Вначалѣ мы находили совершенно естественнымъ и понятнымъ, что корень растетъ по направленію силы тяжести, непонятнымъ казалось, почему стебель растетъ въ направленіи обратномъ; теперь же мы понимаемъ, почему стебель растетъ именно такъ, и затрудняемся понять, почему корень растетъ иначе. Прибѣгнемъ за разъясненіемъ этого кажущагося противорѣчія къ слѣдующей модели. Представимъ себѣ два деревянные кружка (фиг. 53, I, c и d), соединенные спиральными пружинами съ поперечнымъ брускомъ b. Черезъ отверстія въ этомъ брускѣ пропущены два гибкіе каучуковые прута (a, a), соединенные поперечною рукояткой (e). Концами сво-

ими они упираются въ середины кружковъ с и b. Толкая эти прутья въ направленіи, показанномъ стрѣлкой, мы будемъ раздвигать обороты спиралей и приводить обѣ пружины въ напряженное состояніе. Каучуковые прутья нашей модели должны изображать быстро растущія осевыя части органовъ, а напрягающіяся пружины—медленнѣе растущія и растягиваемыя ростомъ внутреннихъ частей наружныя ткани этихъ органовъ. Такимъ движеніемъ мы изображаемъ ростъ симметрическій и происходящее отъ него напряженіе тканей; постараемся, при помощи той же модели, изобразить ростъ не симметрическій, наприм., ростъ вызываемый дѣйствіемъ силы тяжести, при чемъ быстрѣе растетъ нижняя сторона органа. Это достигается тѣмъ, что точка приложенія гибкихъ прутьевъ на этотъ разъ будетъ лежать не въ центрѣ кружковъ, а ближе къ нижнему ихъ краю (фиг. 53, II). Вдвигая, какъ прежде, рукоятку, замѣтимъ совсѣмъ иной результатъ; между тѣмъ какъ нижняя спираль будетъ удлиняться въ прямомъ направленіи или даже подъ вліяніемъ собственной тяжести отвисать внизъ (d'), верхняя—изогнется болѣе или менѣе крутою другою вверхъ (c'). Результатъ этотъ очень просто объясняется устройствомъ модели. Пружины нарочно взяты неодинаковой упругости: верхняя, изъ болѣе толстой проволоки, оказываетъ болѣе сопротивленія движенію прута, чѣмъ нижняя, сдѣланная изъ проволоки болѣе тонкой. Изъ этого мы выводимъ заключеніе, что неравномѣрное, не симметрическое давленіе проявляется замѣтнымъ искривленіемъ только тогда, когда наступаетъ извѣстная степень взаимнаго напряженія частей. Очевидно, то же примѣнимо и къ росту; неравномѣрный, не симметрическій ростъ только тогда будетъ имѣть послѣдствіемъ рѣзкое, замѣтное искривленіе органа, когда органъ этотъ достигнетъ извѣстной упругости вслѣдствіе взаимнаго напряженія тканей. Но представляетъ ли дѣйствительно молодой, еще растущій корень такое напряженіе тканей, какое мы видѣли въ стеблѣ? Одинъ взглядъ на такой корень уже убѣждаетъ, что въ немъ нѣтъ подобнаго напряженія. Если мы будемъ держать стебель горизонтально, онъ не перегнется, не попикнетъ, между тѣмъ какъ корень не рѣдко при этомъ повиснетъ какъ стебель, который

уже завяль. Если мы обратимъ вниманіе на строеніе кожицы, стебля и корня, то и тутъ замѣтимъ разницу, которая обратила на себя давно вниманіе анатомовъ. У стеблей кожа состоитъ изъ клѣточекъ съ болѣе толстыми стѣнками и еще покрыта особую такъ называемою пленкою, которая трудно смачивается водой и очень упруга; напротивъ, кожа корня имѣетъ клѣтки съ болѣе тонкими стѣнками, легко всасываетъ воду и потому болѣе растяжима, менѣе упруга, чѣмъ кожа стебля. Наконецъ, если мы сдѣлаемъ прямой опытъ, какъ надъ стеблемъ, то убѣдимся, что въ корнѣ не существуетъ такого напряженія, какъ въ стеблѣ. Если мы разрѣжемъ пополамъ продольный ломтикъ корня (какъ на фиг. 52, *r*), то не замѣтимъ заворачиванія половинокъ; если разрѣжемъ его на три части (52, *s*), то не замѣтимъ удлиненія средней части, укорачиванія наружной. Словомъ, корень не представляетъ намъ напряженія тканей, свойственнаго стеблю; его наружныя части растутъ такъ же быстро, какъ и внутреннія. Это обнаруживается еще въ одномъ свойствѣ корня: молодой корень вообще удлиняется быстрѣе стебля; потому онъ и не представляетъ напряженія, которое есть не что иное, какъ задержанный ростъ.

Такимъ образомъ, если дѣйствіе тяжести не вызываетъ заворачиванія кверху растущей оконечности корня, то это отчасти уже объясняется отсутствіемъ въ немъ необходимаго для того механическаго условія: въ немъ нѣтъ соответствующаго напряженія тканей. Наша модель поясняетъ какъ, допуская одинаковое дѣйствіе силы тяжести, но только различное строеніе органовъ, мы можемъ получить прямо противоположный результатъ. Это соображеніе полезно всегда имѣть въ виду при обсужденіи фیزیологическихъ фактовъ. Если одинъ и тотъ же внѣшній факторъ вызываетъ въ различныхъ органахъ различныя дѣйствія, то мы должны допустить одно изъ двухъ—или различіе въ свойствахъ органовъ, или сложность самого фактора. По отношенію къ силѣ тяготѣнія это второе предположеніе невозможно, но различіе въ напряженіи тканей конечно не единственное возможное различіе въ свойствахъ стебля и корня.

Наше объясненіе было бы вполне удовлетворительно, если бы мы могли доказать далѣе, что горизонтально лежащій корень растеть въ нижней своей части, подобно стеблю, скорѣе чѣмъ въ верхней и только *вопреки* этому, вслѣдствіе своего вѣса, *пассивно* сгибается внизъ какъ наша пружина *d'* II, ⁺ фиг. 53. Существовали опыты, которые это, повидимому, доказывали, но они вызвали сомнѣнія, такъ какъ другіе наблюдатели съ тѣхъ поръ получили противоположные результаты, такъ что вопросъ о *способѣ дѣйствія* силы тяжести на корень должно считать пока открытымъ. Ниже мы дѣйствитель-



Фиг. 54.

но увидимъ, что вопросъ этотъ значительно усложняется и для объясненія явленія приходится считаться не только со строеніемъ цѣлыхъ органовъ или составляющихъ ихъ тканей, но и съ подробностями строенія составляющихъ эти ткани клѣточекъ *).

*) Опыты, на которыхъ основывалось изложеніе этой части въ предшествующихъ изданіяхъ, принадлежали Гофмейстеру и были повторены въ моей лабораторіи студентомъ, теперь профессоромъ В. В. Сапожниковымъ. Противъ нихъ возражалъ талантливый, къ сожалѣнію рано потерянный для науки молодой русскій ботаникъ Вахтель. По моей просьбѣ С. Ф. Нагибинъ повторилъ опыты Сапожникова и получилъ противоположные результаты. На основаніи этихъ наблюденій горизонтально положенный корень, конецъ котораго подпертъ снизу, изгибается *выпуклою стороною вверхъ*, (фиг. 54 фотографическое изображеніе проросшаго гороха) что указываетъ на преобладаніе роста въ верхней части; въ противномъ случаѣ онъ провисалъ бы внизъ. Эта форма опыта остается единственною убѣдительною. Всѣ приводимыя ботаниками соображенія о вращеніи кончика корня въ ртуть о подыманіи имъ груза и т. д. ничего не доказывали, такъ какъ при этихъ опытахъ смѣшивались два явленія;

Посмотримъ теперь, какія еще внѣшнія условія вліяють на явленіе роста. Отыскивая причины, опредѣляющія естественное вертикальное направленіе роста стебля и корня, мы убѣдились, что оно не находится въ зависимости отъ свѣта. Мы убѣждаемся далѣе, что ростъ возможенъ даже при полномъ отсутствіи свѣта; картофель, рѣпа даютъ въ совершенной темнотѣ подваловъ длинныя ростки; мы можемъ убѣдиться въ этомъ надъ любымъ сѣменемъ, любымъ побѣгомъ; всѣ они будутъ расти въ темнотѣ.

✚ Въ правѣ ли мы вывести изъ этого заключеніе, что свѣтъ не вліяетъ на ростъ?—Ни мало: простѣйшій опытъ намъ покажетъ, какъ значительно это вліяніе. Поставимъ проращать сѣмена кресса въ двухъ горшкахъ въ совершенно одинаковой почвѣ, но одинъ помѣстимъ въ темноту, а другой оставимъ въ свѣтломъ мѣстѣ. Различіе не замедлитъ обнаружиться. Крессъ, выросшій въ темнотѣ, будетъ иногда разъ въ десять длиннѣе выросшаго на свѣтѣ, но зато стебельки эти будутъ тонкіе, хилые, многіе изъ нихъ полягутъ. Сѣмена, проросшія на свѣтѣ, дадутъ стебли короткіе, но болѣе здоровые, толстые и упругіе. Значитъ, свѣтъ не остается безъ вліянія на ростъ, или, правильнѣе, удлиненіе стеблей, но это вліяніе будетъ, повидимому, не ускоряющее, не способствующее, а, напротивъ, *задерживающее*. Этимъ замедленіемъ роста стеблей еще не ограничивается вліяніе свѣта. Если оставить любое растеніе въ комнатѣ въ такомъ положеніи, чтобы оно получало свѣтъ постоянно съ одной стороны, то замѣтимъ, что его молодые, растущіе стебли наклонятся, какъ обыкновенно выражаются—потянутся, къ свѣту. Очевидно, мы не въ правѣ приписать солнечнымъ лучамъ какую-нибудь притягательную силу, да и нѣтъ надобности прибѣгать къ такимъ излишнимъ гипотезамъ; изъ сопоставленія двухъ только что описанныхъ опытовъ мы

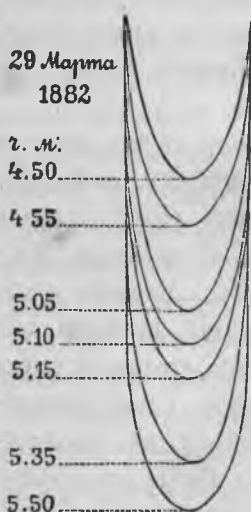
ростъ (всего органа въ длину) и *искривленіе* (зависящее только отъ *разности* въ ростѣ верхней и нижней стороны искривляющейся части). Корень производитъ свою работу прежде всего потому, что растеть, а что работа, производимая ростомъ, не имѣетъ никакого отношенія къ его вѣсу, для всякаго очевидно, точно такъ какъ прутъ *d'* (фиг. II, 54) я могу сдвинуть съ мѣста предметъ, вѣсъ котораго не имѣетъ никакого отношенія къ вѣсу прута, но это нисколько не мѣшаетъ ему изгибаться *пассивно* внизъ,

можемъ вывести объясненіе этого явленія—наклоненія стеблей навстрѣчу свѣту. Свѣтъ задерживаетъ ростъ стеблей, но при одностороннемъ освѣщеніи, очевидно, онъ будетъ дѣйствовать не съ одинаковою силою на обѣ половинки стебля—переднюю, которая получаетъ полное освѣщеніе, и заднюю, которая находится постоянно въ тѣни. Передняя часть будетъ вслѣдствіе этого расти нѣсколько медленнѣе задней, и результатомъ этого будетъ склоненіе навстрѣчу къ свѣту. Однимъ словомъ, мы встрѣчаемъ здѣсь случай, противоположный дѣйствию тяжести. Сила тяжести *ускоряетъ* ростъ той стороны, которая обращена къ центру земли,—стебель *удаляется* отъ него. Свѣтъ *замедляетъ* ростъ той стороны, которая обращена къ его источнику, — стебель *направляется* къ нему. Явленію этому присвоено названіе *геліотропизма*.

Но если свѣтъ задерживаетъ ростъ стеблей, то изъ этого не слѣдуетъ ли заключить, что растенія должны расти преимущественно ночью? Вопросъ этотъ неоднократно возбуждался и разрѣшался различно. Эти противорѣчія не должны насъ удивлять, такъ какъ вопросъ самъ по себѣ сложный, а наблюденіе роста въ такіе небольшіе промежутки времени требуетъ довольно тонкихъ приемовъ изслѣдованія, которыми наука обладаетъ не такъ еще давно. Въ самомъ дѣлѣ, кромѣ нѣкоторыхъ рѣдкихъ случаевъ *), приростъ въ длину въ промежутокъ 10—12 часовъ не такъ значителенъ, чтобы его удобно было наблюдать, если бы экспериментальное искусство не являлось на помощь тамъ, гдѣ оказываются недостаточными наши органы чувствъ. Посмотримъ, какими же приемами обладаетъ наука для обнаруживанія долевого прироста, по своей незначительности ускользающаго отъ непосредственнаго наблюденія. Для этого мы можемъ прибѣгнуть къ помощи микроскопа, т.-е. увеличить предметъ наблюденія, или обратиться къ другому приему, который будетъ обнаруживать въ увеличенномъ видѣ

*) Таковы, наприм., побѣги бамбука и упомянутые въ предшествовавшей лекціи цвѣточные стрѣлки агавы, которыя вырастаютъ на нѣсколько дюймовъ въ сутки, таковы же спирально скрученные цвѣточные ножки валиснеріи — растенія, коротко знакомаго всѣмъ любителямъ комнатныхъ акваріумовъ (см. VIII лекцію).

не самое растеніе, а лишь то движеніе, которое мы называемъ ростомъ. Микроскопъ для этой цѣли всего удобнѣе употреб-
лять такъ называемый *солнечный*, т.-е. такой, при помощи
котораго, пользуясь солнечнымъ или какимъ-нибудь достаточно
сильнымъ искусственнымъ источникомъ свѣта, можно прола-
гать на экранѣ изображеніе предмета въ значительно увели-
ченномъ видѣ, какъ мы это сдѣлаемъ сейчасъ для кончика
корня прорастающаго кресса. Получивъ на экранѣ изображе-
ніе этого кончика, мы обведемъ его контуръ карандашомъ и
оставимъ корень расти (въ водѣ) для того, чтобы вернуться



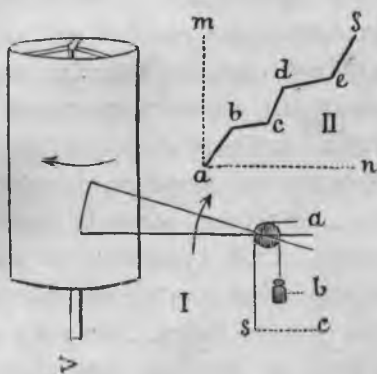
Фиг. 55.

къ нему въ концѣ лекціи и убѣдиться,
что за это время онъ успѣлъ значи-
тельно вырасти. А вотъ пока (фиг. 55)
изображеніе послѣдовательныхъ силуэ-
товъ корня пшеницы, который наблю-
дался въ теченіе часа, почти черезъ
каждая пять минутъ *). Чувствитель-
ность этого приѣма, какъ видно изъ при-
веденнаго примѣра, не оставляетъ ни-
чего желать, но онъ былъ бы менѣе удо-
бенъ, если бы мы желали его примѣ-
нить къ изу-ченію роста болѣе круп-
ныхъ частей, наприм., цѣлыхъ растеній;
тогда мы прибѣгаемъ ко второму изъ
указанныхъ только что приѣмовъ, т.-е.
увеличиваемъ не самый растущій органъ,

а только движеніе, представляемое растущими частями. Возьмемъ
для этого приборъ, существенная часть котораго будетъ со-
стоять изъ стрѣлки, прикрѣпленной къ оси небольшого блока
(фиг. 56, I, а). Черезъ блокъ перекинута шелковинка, на од-
номъ концѣ которой подвязана гирька (b), а на другомъ—
маленькій крючечекъ изъ тонкой проволоки (с). Подхвативъ
этимъ крючечкомъ верхушку какого-нибудь стебля (маленькая
ранка отъ этого укола не сдѣлаетъ ему вреда), дадимъ гирькѣ

*) Фиг. 55—изображеніе иослѣдовательныхъ контуровъ пшеничнаго корешка,
увеличенное при помощи микроскопа, соединеннаго съ волшебнымъ фонаремъ.

свободно повиснуть по другую сторону блока и натянуть шелковинку. Представимъ теперь, что нашъ стебель выросъ на ничтожную величину; какими это будетъ сопровождаться послѣдствіями? Выростая, стебель отпуститъ немного шелковинку и гирька понизится настолько, насколько выросло растеніе; при этомъ шелковинка, плотно прилегающая къ блоку, вслѣдствіе тренія заставитъ его повернуться на такую же незначительную величину. Вмѣстѣ съ блокомъ повернется и стрѣлка, но ея кончикъ, понятно, опишетъ путь гораздо болѣе значительный. Такимъ образомъ, незамѣтное перемѣщеніе верхушки растущаго стебля вызоветъ уже очень замѣтное перемѣщеніе кончика стрѣлки. Это перемѣщеніе будетъ во столько разъ болѣе перваго, во сколько длина стрѣлки превышаетъ полуперечникъ блока. Въ нашемъ приборѣ полуперечникъ блока равняется 2 миллиметрамъ, длина стрѣлки—20 сантиметрамъ, то-есть во сто разъ болѣе, — слѣдовательно, всякій приростъ стебля будетъ обнаруживаться во сто разъ большимъ перемѣщеніемъ кончика стрѣлки. Понятно, какую пользу мы можемъ извлечь изъ этого инструмента.



Фиг. 56.

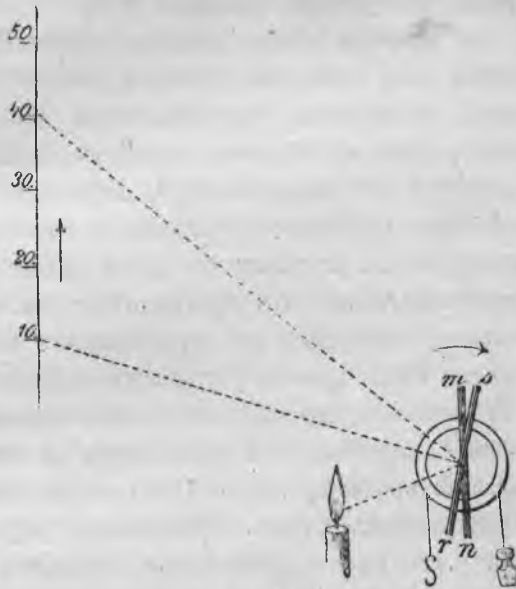
Сдѣлать приставить къ стрѣлкѣ кругъ съ дѣленіями какъ на часахъ и прямо читать ея показанія. Но мы можемъ сдѣлать лучше: мы можемъ превратить этотъ приборъ въ такъ называемый самопишущій, можемъ заставить растеніе записывать, какъ оно росло въ различные часы дня. Для этого придвинемъ къ кончику стрѣлки мѣдный цилиндръ, ось котораго приводится въ движеніе часовымъ механизмомъ, такъ что онъ разъ въ сутки дѣлаетъ полный оборотъ въ направленіи, показанномъ стрѣлкой. Для того, чтобы стрѣлка прибора оставила за собою черту, всего удобнѣе, какъ это обыкновенно дѣлается, покрыть поверхность цилиндра густою копотью. Понятно, что если цилиндръ вращается очень быстро, въ сравненіи съ движеніемъ стрѣлки, то черта, которую

она на немъ оставить, будетъ почти горизонтальна (какъ *an* фиг. 56, II). Наоборотъ, если бы стрѣлка двигалась очень быстро, въ сравненіи съ вращеніемъ цилиндра, то она оставила бы почти вертикальную черту (*am*). При умѣренномъ движеніи стрѣлки черта будетъ наклонная, и чѣмъ она будетъ круче, тѣмъ, значить, быстрѣе движеніе стрѣлки; чѣмъ отложе, тѣмъ медленнѣе движеніе стрѣлки. Одного взгляда, напримѣръ, на черту *a, b, c, d, e, f* достаточно, чтобы заключить, что отъ *a* до *b* стебель росъ быстро, отъ *b* до *c* медленно и т. д. Зная время обращенія цилиндра, мы узнаемъ, слѣдовательно, какому часу дня соотвѣтствовалъ быстрый, какому медленный ростъ, и въ состояніи прослѣдить, отъ какихъ вліяній зависитъ это ускореніе или замедленіе. Растеніе, такъ сказать, записываетъ свои впечатлѣнія. Чувствительность показаній этого прибора зависитъ, какъ сказано, отъ длины стрѣлки. Употребленіе очень длинной стрѣлки неудобно во многихъ отношеніяхъ, и потому; когда мы желаемъ получить очень чувствительный приборъ, такой, который позволялъ бы наблюдать ростъ въ очень малые промежутки времени, напримѣръ въ одну минуту, или, какъ въ настоящемъ случаѣ, позволилъ бы показать это явленіе роста цѣлой аудиторіи, то мы прибѣгаемъ къ нѣскольکو иному приему. вмѣсто стрѣлки мы употребляемъ нѣчто невещественное — лучъ свѣта, которому мы можемъ дать какую угодно длину, не встрѣчая при этомъ техническихъ неудобствъ. Для этого, вмѣсто стрѣлки, мы прикрѣпляемъ къ оси блока небольшое зеркальце (фиг. 57,—*mn*). Если противъ этого зеркальца поставить лампу или свѣчу, то лучъ свѣта, отраженный зеркаломъ, образуетъ гдѣ-нибудь на стѣнѣ свѣтлое пятно, такъ называемый зайчикъ. Крючечекъ на концѣ шелковинки точно такъ же соединенъ съ растеніемъ, и понятно, что малѣйшій приростъ и связанное съ нимъ малѣйшее вращеніе блока съ прикрѣпленнымъ къ нему зеркальцемъ будетъ вызывать значительное перемѣщеніе свѣтового зайчика. Если стрѣлка давала увеличеніе во сто разъ, то этотъ приборъ съ зеркальцемъ можетъ дать увеличеніе въ нѣсколько тысячъ или, вообще говоря, какое угодно увеличеніе, такъ какъ оно зависитъ только отъ разстоянія зеркальца отъ стѣны. Для того, чтобы

можно было удобнѣе и точнѣе судить о перемѣщеніи свѣтлаго пятна, на стѣнѣ начерчены крупныя дѣленія. Запомнимъ, на какой чертѣ находится оно теперь, — оно падаетъ какъ разъ на цифру 10, — и оставимъ растеніе, въ настоящемъ случаѣ побѣгъ спаржи, спокойно расти, для того, чтобы вернуться къ нему въ концѣ бесѣды.

Обладая такими совершенными средствами для изученія роста, ботаники были въ состояніи разяснить цѣлый рядъ вопросовъ, касающихся этого явленія. Такъ, напримѣръ, выяснилась причина прежнихъ противорѣчій относительно времени роста — ночью или днемъ. Для того, чтобы, разрѣшить его, необходимо было имѣть въ виду, что свѣтъ — не единственное условіе, вліяющее на ростъ: на него вліяетъ еще влажность и особенно теплота.

Выращивая растеніе въ темнотѣ, при постоянной влажно-



Фиг. 57.

сти, но измѣняя температуру, мы узнаемъ, что при болѣе высокой температурѣ оно будетъ расти быстрѣе, при низкой — слабѣе; повышая и понижая попеременно температуру, мы увидимъ, что стрѣлка описаннаго прибора опишетъ на поверхности цилиндра черту, подобную *a b c d e f*, гдѣ каждому крутому отрѣзку будетъ соотвѣтствовать болѣе теплый промежутокъ времени, каждому отлому отрѣзку — болѣе холодный. Значить, теплота дѣйствуетъ въ смыслѣ противномъ свѣту: если свѣтъ замедляетъ, то теплота, напротивъ, ускоряетъ ростъ, какъ это, впрочемъ, давно извѣстно садоводамъ, такъ какъ на

Этомъ основана возможность *выгонять* растенія, ускорять ихъ ростъ, или задерживать его, чтобы они развились къ требуемому сроку. Понятно теперь, что вопросъ о томъ, когда преимущественно растеть растеніе, лишается своей кажущейся простоты. Ночью темно, но зато обыкновенно холоднѣе, днемъ свѣтло, но зато обыкновенно теплѣе. Напередъ трудно предсказать, которое изъ двухъ вліяній возьметъ перевѣсъ въ данномъ случаѣ; очевидно только, что ростъ долженъ быть наиболѣе энергиченъ въ темную и теплую ночь и наименѣе энергиченъ въ свѣтлый холодный день.

Мы привели самое простое объясненіе явленій геліотропизма, т.-е. склоненія стеблей по направленію къ источнику свѣта, но многихъ это объясненіе не удовлетворяетъ, такъ какъ рядомъ съ общимъ явленіемъ наклоненія *къ свѣту* существуютъ и сравнительно рѣдкія явленія уклоненія *отъ свѣта*, или, какъ выражаются, рядомъ съ явленіями *положительнаго* геліотропизма встрѣчаются болѣе рѣдкіе случаи геліотропизма *отрицательнаго*. Это противорѣчіе, заставляющее многихъ ботаниковъ отказаться отъ приведеннаго выше объясненія, быть можетъ очень просто устранится, благодаря сдѣланному позднѣе открытію, что *одностороннее* *нагрѣваніе* можетъ вызвать явленія, подобныя геліотропизму и на этотъ разъ получающія названіе *термотропизма*. Само собою понятно, что результатъ термотропизма будетъ совершенно обратный. Теплота ускоряетъ, ростъ, — слѣдовательно, нагрѣтая часть будетъ расти быстрѣе и органъ будетъ уклоняться отъ источника тепла. Но солнечный лучъ дѣйствуетъ и какъ свѣтъ, и какъ теплота откуда понятно, что въ каждомъ данномъ случаѣ можетъ брать верхъ или одно дѣйствіе—и органъ будетъ склоняться къ свѣту, или другое—и органъ будетъ уклоняться отъ свѣта. Выше мы указали, что различіе въ дѣйствіи какого-либо фактора можетъ зависѣть или отъ различія въ свойствахъ органовъ, или отъ сложности фактора, предполагавшагося простымъ; здѣсь мы, повидимому, имѣемъ второй случай.

Представленія ботаниковъ о зависимости роста органовъ отъ внѣшнихъ вліяній должны были значительно усложниться послѣ блестящихъ, какъ всегда совершенно оригинальныхъ, изслѣдо-

ваній Дарвина. Онъ показалъ, что мѣсто дѣйствія внѣшняго дѣятеля и мѣсто, гдѣ обнаруживается это дѣйствіе, иногда могутъ не совпадать. Такъ напр., сила тяжести повидимому главнымъ образомъ дѣйствуетъ на конецъ корня, а обнаруживается это дѣйствіе геотропическимъ искривленіемъ въ поясѣ наибольшаго роста, на нѣкоторомъ разстояніи отъ вершины. Къ этому выводу приходятъ на томъ основаніи, что корешки, у которыхъ верхушка отрѣзана, почти никогда не искривляются, пока у нихъ не отрастетъ новая верхушка. Стебли не представляютъ этого явленія, но зато нѣкоторые ростки представляютъ его по отношенію къ свѣту, чего наоборотъ не наблюдается у корней. Такъ, напр., перышки прорастающаго овса и особенно канареечнаго сѣмени поразительно чувствительны къ свѣту въ самыхъ верхнихъ своихъ частяхъ. Если закрыть эти части колпачками изъ листового олова, то геліотропическое склоненіе, всегда наблюдаемое въ нижележащихъ частяхъ, будетъ въ значительной мѣрѣ ослаблено.

Этихъ фактовъ было достаточно для нѣкоторыхъ ботаниковъ, чтобы допустить въ кончикѣ корня, въ кончикѣ перышка злаковъ существованіе особыхъ органовъ чувства, передающихъ какимъ-то неизвѣстнымъ образомъ свои впечатлѣнія растущимъ частямъ и вызывающихъ ихъ искривленіе. Въ своемъ мѣстѣ мы увидимъ, что для допущенія въ растеніи такихъ органовъ чувствъ и нервовъ нѣтъ вообще никакого основанія; здѣсь же только замѣтимъ, что для такого объясненія изложенныхъ только что фактовъ нѣтъ никакого повода, пока не исчерпаны другія болѣе простыя объясненія, а, какъ мы вскорѣ увидимъ, это условіе всякаго научнаго объясненія еще далеко не выполнено въ изучаемой нами теперь области.

Познакомившись въ общихъ чертахъ съ вліяніемъ главнѣйшихъ виѣшнихъ дѣятелей: свѣта, тепла и притяженія земли, постараемся теперь проникнуть глубже въ самую сущность совершающихся явленій. До сихъ поръ мы разсматривали растеніе какъ нѣчто цѣлое, но вѣдь жизнь растенія складывается изъ жизни безчисленныхъ клѣточекъ; посмотримъ же, какое отношеніе къ общимъ явленіямъ роста должно имѣть развитіе клѣточекъ. Мы знаемъ, что каждая клѣточка въ теченіе своей

жизни увеличивается въ размѣрахъ, измѣняетъ свой внѣшній видъ и строеніе стѣнки, словомъ—растетъ; мы знаемъ также, что какъ бы велико ни было растеніе, оно начинается съ одной клѣтки, а затѣмъ представляетъ ихъ милліоны. Очевидно, что ростъ цѣлаго растенія зависитъ отъ двухъ явленій—отъ роста клѣточекъ и отъ ихъ размноженія.

Не можемъ ли мы подсмотрѣть, какъ происходятъ эти явленія роста и размноженія клѣточекъ, обуславливающія общій ростъ растенія? Для этого необходимо выбрать удобный матеріаль, то-есть такой органъ или организмъ, въ которомъ мы могли бы наблюдать живую клѣточку, нисколько не потревоживъ ея. Подобный, въ высшей степени удобный, матеріаль представляютъ намъ питчатые водоросли, изъ которыхъ состоитъ главная масса того, что обыкновенно зовутъ тиной. Если положить подъ микроскопъ подобную зеленую ниточку, то убѣждаемся, что она состоитъ изъ одного продольнаго ряда клѣточекъ. Фигура 58 сверху изображаетъ одну такую клѣточку водоросли, представляющей очень характеристическую форму того зеленого вещества, которое мы называли хлорофилломъ и отъ котораго зависитъ зеленый цвѣтъ растенія. Онъ образуетъ здѣсь зеленныя ленты съ зазубренными краями, спирально обвивающіяся вокругъ внутренней поверхности клѣточной стѣнки. Отсюда ея латинское названіе *Spirogyra*. Кромѣ этой особенности, клѣтки спирогиры ничѣмъ не отличаются отъ знакомаго намъ типа клѣточекъ; мы встрѣчаемъ въ нихъ ту же стѣнку изъ клѣтчатки, въ полости—протоплазму и сокъ, а посрединѣ ея, словно паукъ среди своей паутины, помѣщается ядро, соединенное со стѣнкой тончайшими нитями протоплазмы. Помѣстивъ такую нитчатую водоросль въ капль воды подъ микроскопъ, мы можемъ слѣдить за нею часами и днями, подвергая ее различнымъ условіямъ температуры и освѣщенія. Такимъ образомъ мы, напримѣръ, убѣждаемся, что въ отсутствіи свѣта клѣтки растутъ или, вѣрнѣе, удлиняются быстрѣе, чѣмъ при свѣтѣ. Такое же угнетающее вліяніе оказываетъ, по видимому, свѣтъ и на размноженіе клѣточекъ; по крайней мѣрѣ,

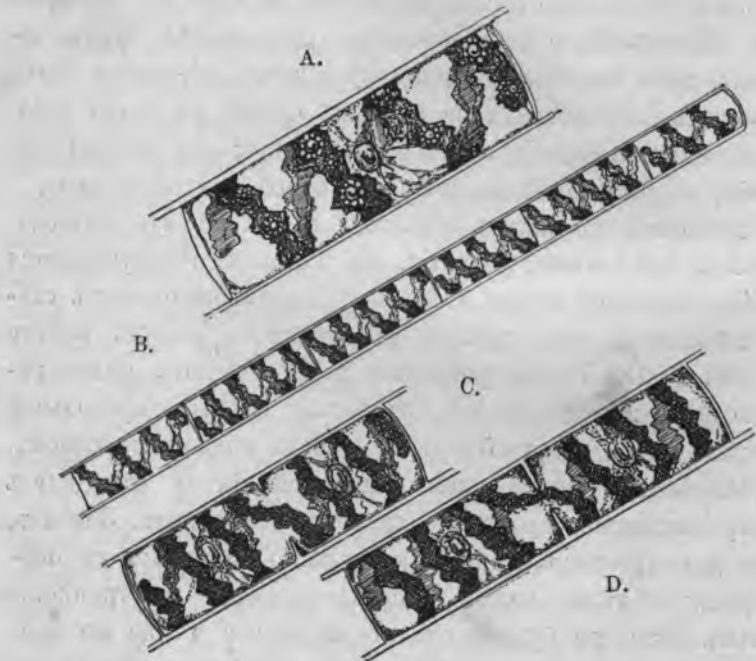
при естественныхъ условіяхъ процессъ этотъ совершается преимущественно и. можетъ быть даже исключительно ночью, такъ что для наблюденія его надъ одною и тою же клѣточкою первые изслѣдователи должны были вооружаться терпѣніемъ и просиживали надъ ней часть ночи или же, откладывая, положимъ, каждый часъ по экземпляру нити въ спиртъ, могли потомъ наблюдать послѣдовательныя стадіи процесса на различныхъ клѣточкахъ*). Теперь того же результата достигаютъ проще: ставятъ сосудъ съ водорослью поставить на ночь въ холодное мѣсто, на погребъ, и тогда процессъ размноженія будетъ задержанъ, такъ что мы по произволу можемъ перевести его съ неудобныхъ для наблюдателя ночныхъ часовъ на болѣе удобные, дневные. Процессъ этотъ очень простъ; онъ состоитъ въ *дѣленіи*, въ распаденіи содержимаго одной клѣтки на-двое.

Происходитъ это такимъ образомъ: въ одной изъ клѣтокъ, достигшей той степени развитія, на которой обнаруживается дѣленіе, посрединѣ длины клѣтки съ противоположныхъ стѣнокъ появляются два отростка, вдающіеся въ полость клѣтки (фиг. 58, С. D). Разсматриваемыя клѣтки имѣютъ цилиндрическую форму; заставляя ихъ вертѣться вокругъ продольной оси, катая ихъ осторожно взадъ и впередъ подъ микроскопомъ, мы убѣждаемся, что, въ какомъ бы положеніи ни находились клѣтки, описанные отростки сохраняютъ свой видъ. Значитъ, это не два простыхъ шипика, какъ могло показаться съ перваго раза, а цѣлое кольцо, перехватывающее внутренность клѣточки. Если мы будемъ слѣдить за одною и тою же клѣточкой, то замѣтимъ, что этотъ кольцеобразный перехват будетъ все далѣе и далѣе вращаться въ клѣтку, перетягивая пополамъ ея содержимое. Около этого времени, вмѣсто одного срединнаго ядра, усматриваются въ клѣточкѣ два ядра. Наконецъ, кольцеобразный перехват совершенно смыкается посрединѣ, образуя сплошную перегородку поперекъ клѣтки. Изъ одной клѣтки образовалось уже двѣ, въ каждой свое ядро, своя протоплазма, своя хлорофилловая лента; разграничены онѣ между собою

*) При непрерывномъ искусственномъ освѣщеніи дѣленіе происходитъ и при свѣтѣ, такъ что, повидимому, свѣтъ не прямо *препятствуетъ* дѣленію, а скорѣе только вызываетъ дѣятельность клѣточки въ иномъ направленіи.

перегородкой изъ такой же клѣтчатки, изъ какой состоятъ и наружныя стѣнки. Съ каждою изъ вновь образовавшихся клѣточекъ, по достиженіи ею полнаго возраста, происходитъ такой же процессъ дѣленія и такъ далѣе и далѣе; въ результатъ изъ одной клѣточки образуется цѣлый рядъ, цѣлая нить.

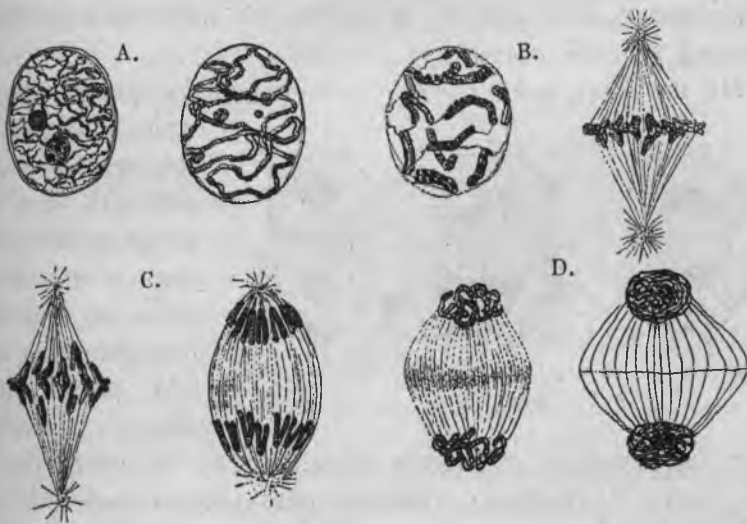
Таковъ этотъ процессъ дѣленія въ простѣйшихъ наблюдаемыхъ случаяхъ. Но въ большинствѣ случаевъ онъ происходитъ нѣсколько иначе. Ученыхъ давно поражаля фактъ, что



Фиг. 58.

при ростѣ тканей высшихъ растеній никогда не удается подмѣтить только что описаннаго постепеннаго вращанія новой перегородки внутрь клѣточной полости. Перегородка появляется будто внезапно, но при болѣе внимательномъ изученіи убѣдились, что и здѣсь она образуется постепенно, но на иной ладъ. Обнаружилось это, когда обратили должное вниманіе на часть клѣточки, о которой мы не разъ упоминали и на изученіи которой теперь остановимся. Это—клѣточное ядро, которому въ послѣднее время посвящены чуть не томы

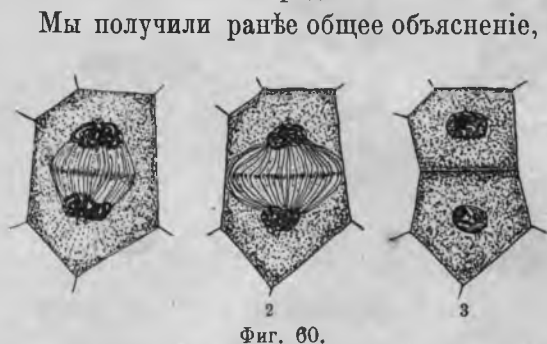
изслѣдованій. И у спирогиры мы видимъ, что процессу дѣленія клѣтки предшествуетъ дѣленіе ядра, но въ большинствѣ случаевъ связь этихъ процессовъ еще тѣснѣе. Дѣленію клѣтокъ предшествуетъ рядъ процессовъ въ ядрѣ, совершающихся съ неизмѣннымъ однообразіемъ во всѣхъ случаяхъ и, что всего любопытнѣе, почти тождественно при дѣленіи клѣтокъ какъ у растений, такъ и у животныхъ. При изслѣдованіи ядра подъ микроскопомъ, въ немъ легко различаютъ два составныя вещества—одно легко окрашивается различными красящими веществами, другое не окрашивается. Незадолго до наступленія дѣленія это окрашивающее вещество — хроматинъ (или ну-



Фиг. 59.

клеинъ)—имѣетъ форму нити, спутанной клубкомъ (фиг. 59, А). Позднѣ эта нить распадается на короткіе отрѣзки, которые группируются, какъ показано на фиг. 59, В (правая), въ экваторіальной плоскости ядра. Далѣе отрѣзки эти, появляющіеся обыкновенно въ опредѣленномъ числѣ, дѣлятся пополамъ и располагаются къ полюсамъ ядра, которое къ этому времени принимаетъ веретенообразное очертаніе и представляется струйчатымъ или полосатымъ (эти полосы не окрашиваются, почему и вещество, изъ котораго онѣ состоятъ, называется ахроматиннымъ (фиг. 59, С). Когда хроматинъ собрался у полюсовъ, онъ

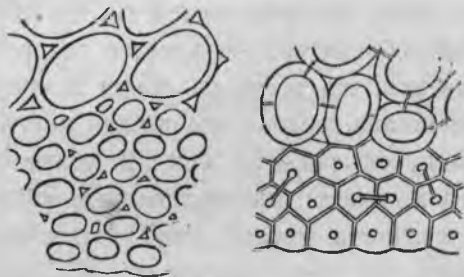
снова принимает форму клубковъ, и тогда мы имѣемъ предъ собой уже два ядра (фиг. 59, D). Этимъ оканчивается стадія дѣленія ядра и начинается собственно дѣленіе клѣточки. Снова въ экваторіальной плоскости веретена появляются какія-то мелкія крупинки (фиг. 60, 1), которыя потомъ сливаются въ пленку или пластинку, состоящую изъ такого же вещества, какъ и стѣнка клѣточекъ, т.-е. изъ клѣтчатки (фиг. 60, 2); Пластинка эта, разрастаясь, упирается въ стѣнки клѣточки, и мы имѣемъ предъ собой перегородку, дѣлящую клѣточку на-двое (фиг. 60, 3). Каждая изъ вновь появившихся клѣточекъ имѣетъ свое ядро и начинаетъ жить самостоятельно жизнью, т.-е. расти, и, достигнувъ извѣстнаго размѣра, дѣлится въ свою очередь.



няются быстрѣе въ темнотѣ: это зависитъ отъ того, что и удлиненіе клѣточекъ и ихъ дѣленіе — два явленія, опредѣляющія общій ростъ органовъ — происхо-

дятъ энергичнѣе въ отсутствіи свѣта. Но не въ состояніи ли мы найти ближайшую причину этого угнетающаго дѣйствія свѣта? Существуютъ изслѣдованія, въ значительной степени выясняющія это явленіе и въ то же время находящіяся въ связи съ однимъ вопросомъ большой практической важности. Давно извѣстно, что стебли, выросшіе въ темнотѣ, представляются болѣе водянистыми, ткани ихъ менѣе напряжены, они вообще менѣе стойки, какъ это легко видѣть надъ крессомъ, выросшимъ въ свѣтломъ и въ темномъ мѣстѣ. Но то же различіе, какое замѣчается между этими крайними случаями (т.-е. стеблями, выросшими на свѣтѣ и въ совершенной темнотѣ), должно обнаруживаться — въ меньшей, конечно, степени — между растеніемъ затѣненнымъ и выросшимъ при полномъ освѣщеніи. Родилось предположеніе, что этимъ путемъ можно

будетъ объяснить полеганіе хлѣбовъ, которое, какъ мы видѣли, тщетно пытались объяснить недостаткомъ кремнезема (см. 4 лекцію). Поводомъ къ такому предположенію могъ явиться тотъ фактъ, что ложатся преимущественно очень густо засѣянные хлѣба, соломины же, стоящія одиноко, какъ это съ перваго взгляда ни покажется страннымъ, никогда почти не ложатся. Для того, чтобы вызвать искусственное затѣненіе соломинъ, поступали такъ: одно или нѣсколько растеній окружали глиняною, такъ называемою дренажною, трубой; когда соломина выставлялась надъ первою трубой, надставляли вторую и такъ далѣе. Понятно, что при такихъ условіяхъ растеніе получаетъ свѣтъ только сверху, съ боковъ же всегда затѣнено. Какъ и слѣдовало ожидать, при такихъ условіяхъ получились очень вытянутыя, но слабыя, нестойкія соломины. Подвергнувъ сравнительному микроскопическому изслѣдованію подобныя соломины и соломины здоровыя, нормальныя, можно было усмотрѣть слѣдующую разницу: у



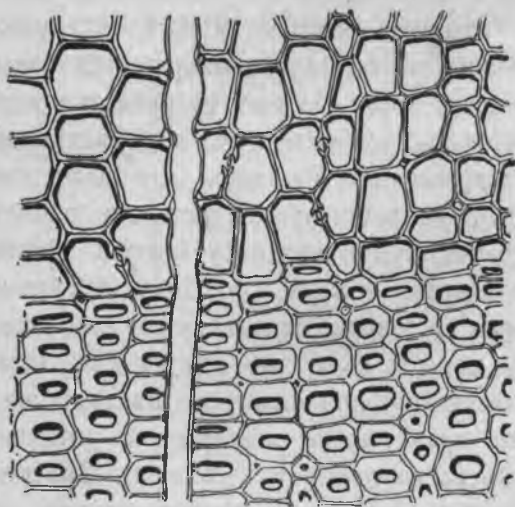
Фиг. 61.

первыхъ клѣточки были замѣтно длиннѣе, но зато стѣнки ихъ были значительно тоньше, чѣмъ у послѣднихъ, у которыхъ клѣточки были болѣе короткія и толстостѣнныя. Значить, свѣтъ, собственно говоря, не задерживаетъ роста, но, повидимому, измѣняетъ только его направленіе; стѣнки клѣточки, вмѣсто того, чтобы разрастаться, раздаваться по всѣмъ направленіямъ, утолщаются. То же различіе оказалось и при микроскопическомъ сравненіи соломины здоровой и соломины полегшей, какъ это можно видѣть изъ сравненія двухъ кусочковъ поперечныхъ разрѣзовъ соломины нормальной (фиг. 61 вправо) и полегшей (влѣво). У первой стѣнки всѣхъ клѣточекъ толще, а у нижнихъ рядовъ (наружныхъ слоевъ соломины) стѣнки даже до того утолщены, что полость является почти въ видѣ точки (поперечныя полосы, соединяющія по-

лости нѣкоторыхъ смежныхъ клѣточекъ—каналы поръ, какъ на фиг. 41, 3). Соотвѣтственно съ этимъ утолщеніемъ стѣнокъ, клѣточки на продольномъ сѣченіи у соломины нормального вида значительно короче. Слѣдовательно, въ слишкомъ быстромъ вытягиваніи соломинъ, сопряженномъ съ недостаточнымъ утолщеніемъ стѣнокъ и зависящемъ отъ взаимнаго затѣненія густо стоящихъ соломинъ, мы должны видѣть настоящую причину полеганія хлѣбовъ, а средство для предотвращения этого вреднаго вліянія заключается въ болѣе рѣдкомъ или рядовомъ посѣвѣ, при чемъ каждая соломина будетъ получать достаточно свѣта для своего нормального развитія. Приведенные факты заставляютъ насъ сдѣлать еще одно ограниченіе въ ходячихъ понятіяхъ о ростѣ растенія. Мы уже видѣли, что ростъ не всегда значитъ увеличеніе массы—при прорастаніи увеличеніе объема сопровождается потерей вѣса. Теперь мы убѣждаемся, что ростъ не всегда значитъ удлиненіе или утолщеніе органа, потому что иногда ростъ можетъ совершаться въ иномъ смыслѣ,—въ смыслѣ утолщенія клѣточныхъ стѣнокъ. Строго говоря, мы только тогда убѣждаемся, что растеніе растетъ, когда узнаемъ, что стѣнки его клѣтокъ растутъ, все равно—въ длину ли, въ ширину, или въ *толщину*.

Но не одинъ свѣтъ можетъ вызывать измѣненія въ формѣ клѣточекъ, подобныя только что описаннымъ; повидимому, это возможно и подъ вліяніемъ чисто-механическихъ причинъ. Въ прошлой бесѣдѣ мы видѣли, что на поперечномъ сѣченіи любого древеснаго ствола мы отличаемъ такъ называемыя годовичныя кольца (фиг. 44 нижняя). Всего яснѣе эти годовичныя кольца у хвойныхъ, напримѣръ, у сосны. Причина этихъ колецъ, очевидно, заключается въ періодической остановкѣ растительныхъ процессовъ зимой, но тѣмъ не менѣе, если бы, послѣ зимняго покоя, весной къ рядамъ клѣточекъ, отложившихся въ предшествовавшую осень, примкнули ряды новыхъ клѣточекъ, ничѣмъ отъ нихъ не отличающихся, то между сосѣдними слоями не было бы отличія, ихъ граница была бы незамѣтна, всѣ они сливались бы въ одну сплошную массу. Слои потому только ясно между собою разграничены, что древесина, отлагающаяся весной, рѣзко отличается отъ древе-

сины, отложившейся предшествующею осенью; уже простымъ глазомъ мы видимъ, что въ каждомъ годичномъ кольцѣ можно отличать двѣ части: весеннюю, то-есть лежащую ближе къ сердцевинѣ, и осеннюю, лежащую ближе къ корѣ; первая болѣе рыхлая и потому болѣе свѣтлая, вторая болѣе плотная и темная. Это чередованіе темныхъ и свѣтлыхъ полосъ мы видимъ на любой щепочкѣ, напримѣръ на зажигательной спичкѣ. Микроскопъ обнаруживаетъ, въ чемъ заключается ближайшая причина этого различія. На этомъ рисункѣ (фиг. 62) изображенъ



Фиг. 62.

маленькій кусочекъ древесины сосны, поперечный разрѣзъ зажигательной спички; на немъ посрединѣ, поперекъ, проходитъ граница двухъ годичныхъ слоевъ *). Въ нижней половинѣ лежитъ часть лѣтнихъ клѣточекъ и всѣ осеннія клѣточки, скажемъ, предшествовавшаго года, въ верхней половинѣ—весеннія клѣточки настоящаго года. Легко усмотрѣть, какъ рѣзкокъ переходъ отъ осеннихъ клѣточекъ къ весеннимъ слѣдующаго года: у однѣхъ форма сплюснутая, стѣнка толстая, просвѣтъ полости малъ и узокъ; у другихъ форма

*) Продольная полоса, дѣлящая разрѣзъ на двѣ части, правую и лѣвую—сердцевинный лучъ (см. предшеств. бесѣду).

почти квадратная, стѣнка тонкая, просвѣтъ большой. Долгое время ботаники не могли объяснить себѣ причину этого измѣненія формъ клѣточекъ со временемъ года, пока не напали на мысль, что она должна быть въ зависимости отъ взаимнаго давленія, взаимнаго напряженія тканей. Выше мы познакомились съ явленіями такъ называемаго продольнаго напряженія, т.-е. напряженія, зависящаго отъ неравномѣрнаго удлиненія различныхъ тканей стебля. Но такой же неравномѣрный ростъ можетъ существовать, и дѣйствительно существуетъ, между различными тканями стебля и въ поперечномъ направленіи. Кора постоянно стягиваетъ, сжимаетъ быстрѣе ея растущую древесину и, обратно, постоянно растягивается, напрягается этою послѣдней. Доказательствомъ этому служатъ тѣ продольныя трещины, которыя обыкновенно представляетъ кора вслѣдствіе внутренняго напора древесины. Въ томъ, что даже самая гладкая кора находится въ растянутомъ состояніи и, слѣдовательно, давить на древесину, не трудно убѣдиться. Сдѣлаемъ только продольный надрѣзъ ножомъ и увидимъ, что рана сдѣлается зіяющею, края ея широко разодвинутся; или, еще лучше, срѣжемъ кольцо коры и въ ту же минуту (не давая, слѣдовательно, ей засохнуть) приложимъ ее къ тому же мѣсту; мы замѣтимъ, что края уже не сомкнутся, и никакими усиліями мы не будемъ въ состояніи ихъ сблизить. Значитъ кора желѣзнымъ кольцомъ давить на развивающуюся древесину, и чѣмъ сильнѣе развивается эта послѣдняя, тѣмъ болѣе давленіе, которое ей приходится выдерживать. Очевидно, что это давленіе будетъ постоянно увеличиваться и достигнетъ наибольшей силы осенью. Подъ вліяніемъ этого возрастающаго давленія, клѣточки древесины будутъ принимать все болѣе и болѣе сплюснутую форму. Справедливость этихъ соображеній вполне подтверждается на опытѣ. Если съ весны искусственно увеличить давленіе на древесину, наложивъ на дерево лигатуру или желѣзный обручъ, то въ теченіе всего года въ этихъ мѣстахъ получимъ клѣточки, подобныя осеннимъ; если же, наоборотъ, лѣтомъ и осенью ослабить давленіе коры и для этого сдѣлать въ ней продольные надрѣзы, то въ теченіе всего годичнаго періода будемъ получать въ этихъ мѣстахъ

кѣточки, подобныя весеннимъ. Таковы, слѣдовательно, измѣненія формы кѣточки, которыя могутъ быть вызваны чисто механическими причинами *).

Не можемъ ли мы сдѣлать еще шагъ далѣе, объяснить себѣ самый механизмъ роста, объяснить себѣ, почему вообще кѣточка растетъ и почему этотъ ростъ можетъ принимать, подъ вліяніемъ вышнихъ дѣтелей, то или иное направленіе. Основной механизмъ роста кѣточекъ ботаники объясняютъ себѣ такъ. Вслѣдствіе химическихъ измѣненій бѣлковаго вещества протоплазмы въ ней появляются вещества, болѣе жадно притягивающія къ себѣ воду; въ кѣточкѣ появляются капли во-



Фиг. 63.

данистаго сока **)—такъ называемыя *вакуоли*. Эти вакуоли спływаются въ одну общую, которая отгѣсняетъ всю протоплазму къ стѣнкѣ (фиг. 63, 1, Вк.). Тогда протоплазма принимаетъ форму мѣшечка—такъ называемаго *первичнаго мѣшечка* (фиг. 63, 1, Пр.). Въ эту вакуолю, [какъ въ нашъ приборъ (фиг. 45), подъ вліяніемъ растворенныхъ въ ней веществъ,

*) Обнаружено еще другое любопытное вліяніе чисто механическихъ воздѣйствій на ростъ тканей. Движенія древесныхъ стволовъ, вызываемыя вѣтромъ (какъ это показалъ въ началѣ XIX столѣтія знаменитый англійскій ученый Найтъ, открывшій и дѣйствіе силы тяжести на ростъ), а также искусственныя натяженія растущихъ частей (какъ показали нѣкоторые современные нѣмецкіе ботаники) способствуютъ развитію механическихъ тканей. Такимъ образомъ эти ткани развиваются особенно успѣшно именно тогда, когда въ нихъ оказывается надобность.

**) См. главу II, фиг. 15.

будутъ осмотически проникать новыя и новыя количества воды, и такъ какъ клѣточка представляетъ намъ глухой пузырь, то это увеличеніе объема клѣточного сока будетъ давить на стѣнку и заставлять ее раздаваться—расти. Въ это же время протоплазма продолжаетъ выдѣлять по своей наружной, прилегающей къ стѣнкѣ, поверхности новыя количества клѣтчатки. Что клѣтчатка выдѣляется протоплазмой, доказывается слѣдующимъ изящнымъ опытомъ. Можно разрѣзать подъ микроскопомъ живую клѣточку и выпустить въ воду часть протоплазмы; эта протоплазма, какъ всякая жидкость, въ свободномъ состояніи принимаетъ форму шара и черезъ нѣсколько времени выдѣляетъ на своей поверхности клѣтчатку—превращается въ новую клѣточку. Крайне любопытно, что этою способностью образовывать клѣтчатку обладаютъ только тѣ части плазмы, которыя заключаютъ въ себѣ ядро. Такимъ образомъ устанавливается глубокая связь между процессомъ роста клѣточекъ и ядромъ. Такая же связь образованія клѣтчатки съ протоплазмой и ядромъ наблюдается и при нормальномъ ростѣ клѣточекъ, при чемъ утолщеніе стѣнокъ можетъ быть равномерное или неравномерное, т.-е. или на всей внутренней поверхности или на ея части, и это зависитъ отъ распредѣленія протоплазмы и ядра.

На основаніи сказаннаго, процессъ роста сводится къ слѣдующему. Смѣсь веществъ, которую мы называемъ протоплазмой и которая главнымъ образомъ состоитъ изъ бѣлковъ, превращаясь химически, распадаясь, даетъ начало, съ одной стороны, веществамъ, растворяющимся въ клѣточномъ сокѣ и осмотически привлекающимъ воду,—отсюда увеличеніе вакуоли и растяженіе оболочки. Съ другой стороны, вслѣдствіе того же распада протоплазмы, выдѣляется клѣтчатка, т.-е. тотъ строительный матеріалъ, изъ котораго выводятся стѣнки растущей клѣточки. Если наше объясненіе вѣрно, то, обративъ условія, мы должны получить явленіе обратное росту, т.-е., вмѣсто увеличенія, уменьшеніе размѣровъ клѣточки и главнымъ образомъ ея вакуоли и растянутого ею первичнаго мѣшечка. Это заключеніе дѣйствительно оправдывается на слѣдующемъ простомъ опытѣ. Если увеличеніе объема клѣточекъ,

а слѣдовательно и цѣлыхъ органовъ зависить отъ поступленія воды, вслѣдствіе притяженія ее растворомъ вакуоли, то, наоборотъ, окруживъ клѣточку или цѣлый органъ растворомъ, который будетъ отнимать воду у вакуоли, мы вызовемъ ее сокращеніе. И дѣйствительно, помѣстимъ подъ микроскопомъ живую клѣточку въ растворъ сахара или соли болѣе концентрированный, чѣмъ тотъ, который находится въ клѣточномъ сокѣ, и мы увидимъ, что объемъ клѣточки уменьшится (фиг. 63, 1 и 2), а когда стѣнка, какъ состоящая изъ твердаго вещества, не будетъ уже болѣе въ состояніи сокращаться, первичный мѣшечекъ отстанетъ отъ стѣнки и, благодаря своей эластичности, будетъ слѣдить за дальнѣйшимъ уменьшеніемъ вакуоли (фиг. 63, 2) и наконецъ стянется въ правильный шарикъ (фиг. 63, 3). Это сокращеніе первичнаго мѣшечка, для краткости, обозначаютъ терминомъ — *плазмолиза*. Очевидно, мы въ правѣ заключить, что основной механизмъ роста — явленіе противоположное плазмолизу *). Если мы не имѣемъ подъ рукой микроскопа, то можемъ убѣдиться въ справедливости сказаннаго еще проще. Возьмемъ сочный стебель какого-нибудь травянистаго растенія или цвѣточную стрѣлку, измѣримъ точно ихъ длину и положимъ въ растворъ обыкновенной поваренной соли, содержащей 5% соли. По прошествіи нѣкотораго времени измѣримъ снова ихъ длину и убѣдимся, что они значительно сократились, слѣдовательно представили явленіе, обратное росту. Перенесемъ ихъ въ воду, и они вернутся къ первоначальнымъ размѣрамъ и будутъ продолжать жить и расти; слѣдовательно, произведенный надъ ними опытъ, не причинивъ имъ никакого вреда, позволилъ намъ провѣрить наше объясненіе механизма роста.

Если увеличеніе давленія сока на стѣнку будетъ чѣмъ-нибудь задержано, если, напримѣръ, клѣточка по мѣрѣ всасыванія воды будетъ тратить ее на испареніе, тогда образующаяся изъ протоплазмы клѣтчатка будетъ продолжать отлагаться со вну-

*) На фиг. 63 мы обозначили это символически стрѣлками. Какъ уже сказано выше, стѣнка, какъ состоящая изъ твердаго вещества, понятно, не можетъ представить обратнаго процесса въ такой полнотѣ, какъ первичный мѣшечекъ. Кл. обозначаетъ клѣтчатку, Пр.—первичный мѣшечекъ, Вк.—вакуолю

тренней стороны нераздающейся стѣнки, вызывая ея утолщеніе. Эта утолщенная стѣнка, въ свою очередь, еще менѣе поддается давленію сока и еще болѣе задерживаетъ ростъ клѣточекъ. Такимъ образомъ объясняется указанный выше фактъ, что задержка роста соломины идетъ рука объ руку съ утолщеніемъ стѣнки. Въ то же время мы видимъ, что эта задержка роста органовъ и одновременное утолщеніе стѣнокъ ихъ клѣточекъ должны обнаруживаться при недостаткѣ воды. Представляется вѣроятнымъ, что и то, задерживающее ростъ, дѣйствіе свѣта, съ которымъ мы познакомились выше, зависитъ отъ того, что растеніе подъ вліяніемъ свѣта сильнѣе испаряетъ воду, вслѣдствіе чего вызывающее ростъ давленіе сока на стѣнку не достигнетъ такого напряженія, какъ при избыткѣ воды, въ тѣни или темнотѣ.

Если такимъ образомъ мы можемъ поставить явленія гелиотропизма въ связь съ испареніемъ воды, то, быть можетъ, тѣмъ же путемъ удастся объяснить и частный случай *передачи* гелиотропическаго дѣйствія въ опытахъ Дарвина надъ перышками злаковъ. Вспомнимъ, какъ энергично эти органы выдѣляютъ на своихъ верхушкахъ капли воды—отсюда мы въ правѣ заключить, что эти верхушки такъ же энергично испаряютъ ее. Эта потеря воды должна покрываться изъ нижележащаго пояса роста, а слѣдовательно, при одностороннемъ освѣщеніи и ростъ будетъ неравномѣрный, въ результатѣ чего получится искривленіе въ сторону свѣта.

Ранѣе мы видѣли, что ростъ *тканей* можетъ быть задержанъ непосредственнымъ механическимъ давленіемъ (ростъ древесины); теперь мы видимъ, что онъ можетъ быть задержанъ и ослабленіемъ внутренняго давленія—проявляясь въ томъ и въ другомъ случаѣ въ большемъ утолщеніи оболочекъ. При одностороннемъ дѣйствіи внѣшнихъ факторовъ ростъ *цѣлыхъ тканей* будетъ неравномѣрный, вызывая искривленіе цѣлыхъ органовъ. Но такой же неравномѣрный ростъ можетъ обнаруживаться и въ *различныхъ частяхъ одной и той же клѣточки*, вслѣдствіе распредѣленія протоплазмы и ядра, какъ мы это видѣли выше. И дѣйствительно, замѣчено, что когда отдѣльныя клѣточки искривляются, наблюдаются накопленія протоплазмы на вогнутой сторонѣ. Эта сторона вѣроятно болѣе утолщена и

оказываетъ болѣе сопротивленія осмотическому давленію сока и менѣе растягивается. Слѣдуетъ еще добавить, что не одна только толщина оболочекъ играетъ роль въ явленіяхъ роста: химическія и физическія свойства клѣточной оболочки могутъ измѣняться и дѣлать ее болѣе или менѣе упругою или болѣе или менѣе растяжимою. Доказано существованіе особаго фермента, размягчающаго клѣтчатку стѣнки. Мѣстное образованіе такого фермента можетъ вліять на направленіе роста клѣточки, на ея внѣшнее очертаніе. Эти факты, быть можетъ, доставятъ намъ въ свою очередь ключъ для объясненія другого изъ указанныхъ выше наблюденій Дарвина—его наблюденія надъ обезглавленными корнями. Весьма вѣроятно, что уже въ самомъ молодомъ возрастѣ клѣточекъ, слѣдовательно близко къ вершинѣ корня, возникаетъ то неравномѣрное распредѣленіе протоплазмы и ядра и проч., которое можетъ имѣть своимъ результатомъ позднѣйшій неравномѣрный ростъ и искривленіе цѣлаго органа.

Только теперь мы можемъ вполне оцѣнить, какъ безконечно разнообразно можетъ быть воздѣйствіе внѣшнихъ условій на ростъ органа, ткани, клѣточки, части клѣточки и какія сложные сочетанія могутъ представлять всѣ эти явленія, взятые въ совокупности, и поймемъ, какъ легкомысленно поступаютъ тѣ, кто, прежде чѣмъ испробовать всѣ эти возможные объясненія, рѣшаются видѣть въ явленіяхъ роста результаты какой-то психической, чуть не сознательной, дѣятельности растенія.

Но пора намъ вернуться къ нашему крессу и къ нашей спаржѣ. Пока я говорилъ, мы могли замѣтить, какъ свѣтлый зайчикъ упорно ползъ вверхъ по стѣнѣ, теперь онъ уже не при десятомъ, а гдѣ-то около сорокового дѣленія. Это зависитъ отъ того, что зеркальце изъ положенія *mn* пришло въ положеніе *rs*: мы, слѣдовательно, сами видѣли, какъ растеніе растетъ. Въ то же время кончикъ корня кресса давно выдвинулся изъ сдѣланнаго вокругъ него карандашомъ контура и значительно вытянулся. Значить, мы можемъ видѣть не только результатъ этого процесса, не только ближайшую его причину, то-есть ростъ и дѣленіе клѣточекъ, но въ состояніи уловить самый

оказываетъ болѣе сопротивленія осмотическому давленію сока и менѣе растягивается. Слѣдуетъ еще добавить, что не одна только толщина оболочекъ играетъ роль въ явленіяхъ роста: химическія и физическія свойства клѣточной оболочки могутъ измѣняться и дѣлать ее болѣе или менѣе упругою или болѣе или менѣе растяжимою. Доказано существованіе особаго фермента, размягчающаго клѣтчатку стѣнки. Мѣстное образованіе такого фермента можетъ вліять на направленіе роста клѣточки, на ея внѣшнее очертаніе. Эти факты, быть можетъ, доставятъ намъ въ свою очередь ключъ для объясненія другого изъ указанныхъ выше наблюденій Дарвина—его наблюденія надъ обезглавленными корнями. Весьма вѣроятно, что уже въ самомъ молодомъ возрастѣ клѣточекъ, слѣдовательно близко къ вершинѣ корня, возникаетъ то неравномѣрное распредѣленіе протоплазмы и ядра и проч., которое можетъ имѣть своимъ результатомъ позднѣйшій неравномѣрный ростъ и искривленіе цѣлаго органа.

Только теперь мы можемъ вполне оцѣнить, какъ безконечно разнообразно можетъ быть воздѣйствіе внѣшнихъ условій на ростъ органа, ткани, клѣточки, части клѣточки и какія сложныя сочетанія могутъ представлять всѣ эти явленія, взятые въ совокупности, и поймемъ, какъ легкомысленно поступаютъ тѣ, кто, прежде чѣмъ испробовать всѣ эти возможныя объясненія, рѣшаются видѣть въ явленіяхъ роста результаты какой-то психической, чуть не сознательной, дѣятельности растенія.

Но пора намъ вернуться къ нашему крессу и къ нашей спаржѣ. Пока я говорилъ, мы могли замѣтить, какъ свѣтлый зайчикъ упорно ползъ вверхъ по стѣнѣ, теперь онъ уже не при десятомъ, а гдѣ-то около сорокового дѣленія. Это зависитъ отъ того, что зеркальце изъ положенія *ти* пришло въ положеніе *rs*: мы, слѣдовательно, сами видѣли, какъ растеніе растетъ. Въ то же время кончикъ корня кресса давно выдвинулся изъ сдѣланнаго вокругъ него карандашомъ контура и значительно вытянулся. Значитъ, мы можемъ видѣть не только результатъ этого процесса, не только ближайшую его причину, то-есть ростъ и дѣленіе клѣточекъ, но въ состояніи уловить самый

процессъ, то-есть то движеніе, которое мы называемъ ростомъ *).

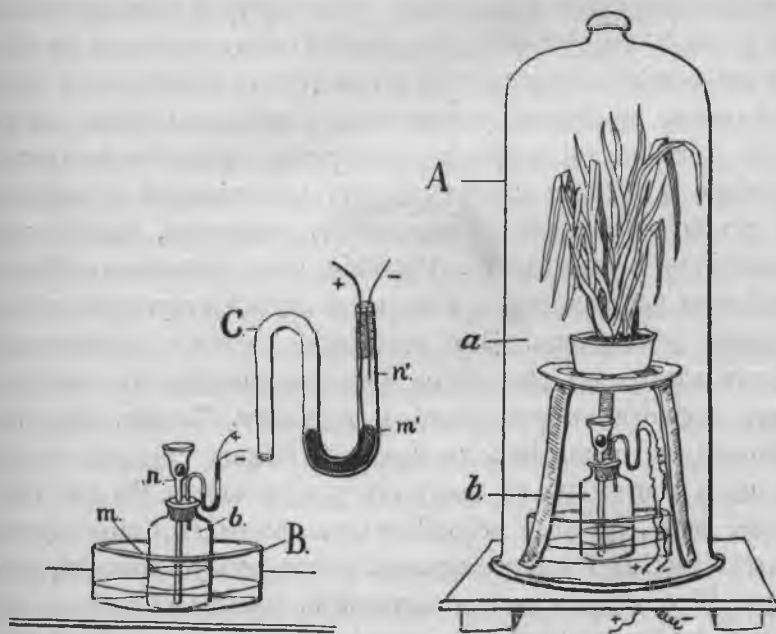
Такимъ образомъ первая половина задачи, поставленной въ самомъ началѣ лекціи, нами выполнена. Но выполнена ли вторая? Можемъ ли мы *слышать*, какъ прозябаетъ растеніе? Можемъ ли мы, напимѣръ, заставить растеніе какими-нибудь звуками давать намъ знать, когда ему живется хорошо, когда нѣтъ, когда оно сыто, когда голодно? Слѣдующій опытъ дастъ намъ на это положительный отвѣтъ. Подъ стекляннымъ колоколомъ, притертый край котораго плотно лежитъ на матовой стеклянной пластинѣ (фиг. 64, А), въ искусственной бѣлой почвѣ **) воспитывается растеніе. Но мы знаемъ, что одинъ изъ важнѣйшихъ источниковъ пищи растенія — атмосферная углекислота. Какъ же намъ обезпечить это растеніе подъ его колпакомъ, постояннымъ источникомъ углекислоты, а главное — какъ намъ узнать, что оно дѣйствительно ею пользуется?

Мы знаемъ, что дѣятельность растенія и животнаго по отношенію къ атмосфернымъ газамъ, діаметрально противоположна. Растеніе поглощаетъ углекислоту, выдѣляетъ кислородъ; животное поглощаетъ кислородъ, выдѣляетъ углекислоту. Значитъ, если бы мы посадили подъ колпакъ животное, то и ему, и растенію жилось бы превосходно: они могли бы такъ жить неопредѣленное время. Но мы можемъ замѣнить животное этимъ приборомъ (фиг. 64, В), который, съ точки зрѣнія обмѣна газовъ, будетъ дѣйствовать совершенно такъ же, какъ животное. Это будетъ, въ извѣстномъ смыслѣ, искусственное животное. Вотъ какъ устроенъ этотъ приборъ. Въ стеклянной пласкѣ (фиг. 64, В) налита жидкость, жадно поглощающая кислородъ

*) Чтобы узнать, насколько растеніе выросло въ дѣйствительности, стоитъ только измѣрить разстояніе отъ оси блока до стѣны; дѣйствительный приростъ, какъ уже сказано, будетъ во столько разъ менѣе видимаго перемѣщенія свѣтового изображенія, во сколько это разстояніе болѣе полуперечника блока. Понятно, что если при помощи этого прибора можно показывать лицамъ, находящимся на концѣ большой залы, ростъ стебля въ промежутокъ получаса или часа, то наблюдатель, находящійся вблизи, въ состояніи замѣтить перемѣщеніе свѣтового луча въ теченіе одной минуты; и дѣйствительно, этимъ путемъ удастся наблюдать приростъ стебля за каждую минуту, то-есть видѣть движеніе, подобное движенію минутной стрѣлки.

**) См. четвертую бесѣду.

воздуха. Среди плошки стоит стеклянная банка, чрез пробку которой пропущена до дна трубка стеклянной воронки и еще другая двояко изогнутая трубка. На днѣ банки налита кислота, а въ воронкѣ лежитъ шарикъ изъ мрамора или мѣла. Посмотримъ, что же произойдетъ съ этимъ приборомъ, когда онъ будетъ помѣщенъ подъ закрытый наглухо колоколъ А. Подъ колоколомъ находится воздухъ, значить и кислородъ. Этотъ кислородъ будетъ поглощаться жидкостью въ плошкѣ; вслѣдствіе этого объемъ воздуха (а) подъ колоколомъ уменьшается, уменьшается



Фиг. 64.

давленіе воздуха подъ колоколомъ, а если оно уменьшится, то малый объемъ воздуха (b), находящагося въ банкѣ съ кислотой, начнетъ расширяться, станетъ давить на кислоту и заставитъ ее подняться по трубкѣ и выступить въ воронку (то-есть уровень кислоты, бывшій при m, теперь будетъ при n, фиг. 64, B). Но здѣсь она встрѣтитъ шарикъ изъ мрамора или мѣла и станетъ выдѣлять изъ него углекислоту *). Этотъ углекислый газъ явит-

*) См. третью бесѣду.

ся на смѣну поглощенному кислороду и будетъ выдѣляться, пока подъ колпакомъ А не установится прежнее давленіе; тогда воздухъ въ банкѣ (b) сократится до прежняго объема, а вмѣстѣ съ тѣмъ и кислота опустится отъ *n* обратно къ *m*, и все придетъ въ спокойствіе до тѣхъ поръ, пока жидкость въ стеклянной пласкѣ, поглотивъ новое количество кислорода, не нарушитъ вновь равновѣсія между воздухомъ подъ колоколомъ (a) и воздухомъ въ банкѣ (b). Не въ правѣ ли я былъ назвать этотъ приборъ искусственнымъ животнымъ? Онъ дышитъ, поглощаетъ кислородъ и выдѣляетъ углекислоту и приблизительно въ разныхъ количествахъ. Въ верхней части колокола на треножникѣ помѣщается растеніе; оно будетъ пользоваться освобождаемою приборомъ углекислотой и выдѣлять обратно кислородъ, который снова будетъ поглощаться жидкостью въ пласкѣ прибора В. Однимъ словомъ, между растеніемъ и приборомъ В установится такой же круговоротъ вещества, какъ между растеніемъ и животнымъ. Растеніе подъ колоколомъ будетъ снабжено постояннымъ, періодически самодѣйствующимъ источникомъ углекислоты. Это снабженіе растенія углекислотой будетъ длиться до тѣхъ поръ, пока не растворится весь шарикъ мрамора, то-есть днями и недѣлями. Такимъ образомъ растеніе, не прикасаясь къ мрамору, можетъ сглотать его до конца и употребить въ пищу его углекислоту*). Но для того, чтобы знать, что подъ колоколомъ все обстоитъ благополучно, то-есть выдѣляется и разлагается растеніемъ углекислота, приборъ В снабженъ еще слѣдующимъ приспособленіемъ. Въ двояко изогнутой трубкѣ *c* (изображенной подробнѣе на фиг. 64, С) налита капля ртути. Понятно, что когда, вслѣдствіе расширенія воздуха *b* (фиг. В), уровень кислоты поднимается въ воронкѣ отъ *m* до *n*, то и въ трубкѣ *c* уровень ртути поднимается отъ *m'* до *n'* (фиг. С). Въ открытый конецъ этой трубочки проведены два изолированные проводника, сообщающіеся съ обыкновеннымъ электрическимъ звонкомъ; одинъ проводникъ всегда погруженъ въ ртуть, другой оканчивается выше

*) Взвѣсивая отъ времени до времени этотъ шарикъ, мы въ состояніи приблизительно опредѣлить, сколько углекислоты принято растеніемъ во столько-то дней или недѣль.

и приходитъ въ прикосновеніе со ртутью только тогда, когда она поднимается до *n'*. Въ этотъ моментъ электрическая цѣпь замыкается и колокольчикъ звонитъ. Не трудно такъ регулировать приборъ, чтобы выдѣленіе углекислоты наступало только тогда, когда ея подъ колоколомъ остается ужъ очень мало, и чтобы каждый разъ одновременно съ выдѣленіемъ углекислоты звонилъ колокольчикъ. Точно такъ же какъ выдѣленіе углекислоты прекращается само собою, потому что кислота возвращается къ прежнему уровню *m*, точно такъ же и колокольчикъ смолкаетъ, потому что капля ртути возвращается въ прежнее положеніе и размыкаетъ цѣпь. Но если бы, по причинѣ какого-нибудь разстройства въ приборѣ, углекислота не выдѣлилась во-время, то колокольчикъ продолжалъ бы звонить безъ-умолку. Къ сожалѣнію, я не могу показать вамъ приборъ въ ходу, по причинѣ, уже неоднократно объясненной: дѣйствіе его зависитъ отъ выдѣленія кислорода растеніемъ, а этотъ процессъ совершается только при дневномъ свѣтѣ. Но я все же могу дать понятіе объ его дѣйствіи. Если быстро охладить воздухъ подъ колоколомъ (а), то произойдетъ такое же сокращеніе его объема, какое произошло бы вслѣдствіе поглощенія кислорода, и это сокращеніе, если приборъ дѣйствуетъ какъ слѣдуетъ, должно сопровождаться такимъ же результатомъ — выдѣленіемъ углекислоты изъ мрамарнаго шарика и звономъ колокольчика. Чтобы быстро охладить воздухъ подъ колоколомъ, я брызнулъ на колоколь зѣира. Воздухъ охладился, сократился, столбъ кислоты смочилъ мраморъ, онъ заплѣнился, освобождая углекислоту, и въ ту же минуту зазвенѣлъ колокольчикъ; но вотъ дѣйствіе минутнаго охлажденія прекратилось, все пришло въ прежній порядокъ — и колокольчикъ затихъ.

Значитъ, дѣйствіе всего прибора таково: каждый разъ, что растенію грозитъ недостатокъ въ углекислотѣ, она сама собою отпускается ему изъ прибора В и при этомъ звонитъ колокольчикъ. Если же приборъ разстроился, если углекислота не выдѣляется, то колокольчикъ звонитъ не переставая.

Если бы за нѣсколько минутъ я предложилъ вамъ вопросъ: можно ли заставить растеніе, каждый разъ, когда оно прого-

лодается, мало того, каждый разъ, когда ему только грозитъ голодъ, предупреждать насъ о томъ звономъ колокольчика, то вы, конечно, сочли бы это за неумѣстную шутку. А между тѣмъ таково буквальное значеніе нашего прибора. Причина его дѣйствія заключается въ дѣятельности растенія, въ его способности разлагать углекислоту, выдѣлять кислородъ. Этою способностью мы воспользовались, чтобы заставить растеніе извѣщать насъ отъ времени до времени короткимъ звономъ, когда его питаніе идетъ успѣшно, и бить тревогу, звать на помощь, когда ему грозитъ голодъ. Однимъ словомъ, мы заставляемъ его условными звуками сообщать намъ, когда ему живется хорошо, когда дурно.

Итакъ, на поставленный нами въ началѣ лекціи вопросъ мы въ правѣ дать положительный отвѣтъ: мы въ состояніи не только видѣть, но даже слышать, какъ прозябаетъ растеніе. Опыты, съ которыми намъ пришлось при этомъ познакомиться, доставили намъ въ то же время наглядное понятіе о тѣхъ уловкахъ, о тѣхъ ухищреніяхъ, къ которымъ мы должны прибѣгать при изслѣдованіи природы. Мы не довольствуемся страдательною ролью наблюдателя, а вступаемъ въ борьбу съ нею, при чемъ экспериментальное искусство предлагаетъ къ нашимъ услугамъ цѣлый строй снарядовъ и приемовъ. Растеніе нѣмо, оно не отвѣчаетъ намъ,—такъ мы заставляемъ его писать; оно не можетъ говорить, — такъ мы его заставляемъ звонить, но такъ или иначе добиваемся отвѣта на предложенный ему вопросъ. Напрасно многіе въ этомъ экспериментальномъ искусствѣ видятъ почти механическую дѣятельность, нѣчто низшее, въ сравненіи съ областью отвлеченной мысли. Напрасно самъ гениальный Гете не избѣжалъ этой ошибки, и, усматривая какую-то двойственность, какой-то разладъ между двумя путями изслѣдованія истины, между умозрѣніемъ и опытомъ, вложилъ въ уста Фауста такое мнѣніе о природѣ:

Und was sie deinem Geist nicht offenbaren mag.

Das zwingst du ihr nicht ab mit Hebeln und mit Schrauben.

Конечно, не рычагъ и не тиски вымогали когда-нибудь у природы ея тайну,—вымогали ее вложенныя въ нихъ зоркая мысль и упорная воля изслѣдователя. Орудіе изслѣдованія—

такой же продукт творческой мысли, какъ и ученіе, которое имъ подтверждается: это — сама мысль, принявшая осязательную форму. Не странно ли, что между тѣмъ какъ въ любомъ почти большомъ городѣ Европы давно можно было любоваться собраніемъ тѣхъ позорныхъ орудій, которыми человѣкъ такъ безуспѣшно пытался выпытывать истину у себѣ подобныхъ, только въ настоящемъ году въ первый разъ возникла мысль собрать въ одно мѣсто тѣ славныя орудія, которыя человѣкъ употреблялъ въ своей борьбѣ съ природой, явилось желаніе подвести наглядный итогъ той трехвѣковой борьбѣ, въ которой онъ побѣдоносно исторгалъ у природы истину за истиной *). Не страннѣе ли еще, слышать голоса, то наивно удивляющіеся тому, что люди съ развитымъ умомъ могутъ избрать предметомъ изученія какую-нибудь лягушку или травку, то открыто сѣтующіе о томъ, что изученіе природы, приковывая человѣческій умъ къ матеріальнымъ предметамъ, отвлекаетъ его отъ задачъ болѣе высокихъ и заставляетъ его съуживаться, мельчать, при чемъ нерѣдко обращаются тоскливые взоры въ прошлое, когда будто бы умъ человѣка исключительно сосредоточивался на предметахъ болѣе его достойныхъ. Справедливъ ли такой упрекъ? Точно ли естествознаніе съуживаетъ мысль, заставляетъ мельчать человѣческій умъ? Точно ли оно менѣе другихъ знаній достойно человѣка, когда, какъ мы только что имѣли случай убѣдиться, оно порою дѣлаетъ для него доступнымъ то, что въ доброе старое время было только удѣломъ безсмертныхъ боговъ?

*) Известно, что въ 1876 году въ Лондонѣ была выставка инструментовъ и приборовъ, употребляемыхъ въ опытныхъ наукахъ, съ любопытнымъ историческимъ отдѣломъ приборовъ, служившихъ знаменитымъ ученымъ при ихъ изслѣдованіяхъ.

VIII.

Ц в ѣ т о к ъ.

Въ явленіи роста питательныя вещества, затраченныя на построение твердыхъ частей растенія, достигаютъ своего окончательнаго назначенія. Существованіе растенія сводится такимъ образомъ къ питанію и росту. Растеніе питается для того, чтобы расти, растеть для того, чтобы питаться, то-есть увеличивать поверхность принимающихъ пищу органовъ. Эти два совмѣстные процесса могутъ длиться очень долго, у нѣкоторыхъ растеній тысячелѣтіями, но тѣмъ не менѣе имъ наступаетъ предѣлъ, хотя, собственно говоря, мы не въ состояніи объяснить себѣ необходимость подобнаго предѣла, мы не въ состояніи понять, почему бы одинъ и тотъ же растительный организмъ не могъ существовать неопредѣленно долгое время. Въ самомъ дѣлѣ, представимъ себѣ растеніе, которое образовало бы надземныя плети, подобно земляникѣ, или подземныя стебли, такъ называемыя корневища, подобно пырею: эти новыя части будутъ разбѣгаться въ стороны, захватывая все болѣе и болѣе значительную площадь; старыя части могутъ отмирать; при этомъ порвется связь между молодыми частями, онѣ разъединятся, но тѣмъ не менѣе это будутъ части одного и того же растенія, которое, разрушаясь съ одного конца, продолжаетъ расти съ другого. Или возьмемъ другой примѣръ изъ древесныхъ растеній: извѣстная индійская смоковница способна изъ своихъ далеко распростертыхъ вѣтвей выпускать придаточныя корни, которые, достигая земли и утолщаясь, подпираютъ эти вѣтви на подобіе столбовъ, доставляющихъ имъ одновременно и опору и необходимую пищу. Такимъ образомъ,

одно дерево может покрывать цѣлыя десятины. Здѣсь также главный стволъ могъ бы разрушиться, но это, казалось бы, не мѣшало укоренившимся вѣтвямъ продолжать свое существованіе неопредѣленное время. Но подобнымъ разрастаніемъ еще не ограничивается способность растенія къ размноженію; она проявляется и въ другомъ видѣ. Цѣлыя части растенія, на-примѣръ, стебли съ листьями, могутъ принимать особую форму и въ такомъ видѣ совершенно отдѣляться отъ произведшаго ихъ растенія; таковы, на-примѣръ, луковички, появляющіяся въ углахъ листьевъ лиліи, или клубни, появляющіеся на подземныхъ стебляхъ картофеля и въ которыхъ мы можемъ видѣть только видоизмѣнившіяся вѣтви. Всѣ происшедшія изъ этихъ органовъ растенія мы въ правѣ разсматривать какъ отдѣлившіяся и обособившіяся развѣтвленія одного и того же растенія, какъ послѣдствія его быстрого и своеобразнаго разрастанія. Казалось бы, этихъ и подобныхъ имъ способовъ такъ называемаго *растительнаго* размноженія вполне достаточно для того, чтобы обезпечить жизнь одного существа на безгранично-долгое время. Оказывается, что нѣтъ; оказывается, что растительная жизнь не можетъ тянуться безпредѣльно въ одномъ непрерывномъ направленіи; время отъ времени она должна прерывать свое теченіе, восходить вновь къ своимъ истокамъ для того, чтобы, начиная съ самаго начала, съ первой клѣточки, вновь пролагать тотъ же путь, въ томъ же порядкѣ послѣдовательности. Однимъ словомъ, въ жизни растеній, какъ и въ жизни животныхъ, мы замѣчаемъ необходимую смѣну поколѣній, неизмѣнное чередованіе различныхъ ступеней развитія, которыя мы называемъ возрастомъ. Мало того, оказывается, что при этомъ періодическомъ обновленіи въ образованіи новаго организма должно участвовать не одно, а два существа. Это явленіе брака. Бракъ на всѣхъ ступеняхъ органической лѣстницы, начиная водорослью и кончая человѣкомъ, представляетъ одно и то же явленіе; это сліяніе двухъ существованій, двухъ жизней, въ ближайшемъ смыслѣ двухъ клѣточекъ въ одну.

Въ этомъ выводѣ, что для поддержанія растительной жизни необходимо періодическое обновленіе ея путемъ брака, насъ

убѣждаетъ тотъ фактъ, что, кромѣ самыхъ низшихъ представителей растительнаго царства, стоящихъ, такъ сказать, на предѣлѣ организациі, намъ неизвѣстна ни одна растительная группа, которая поддерживала бы свое существованіе исключительно процессомъ растительнаго или, какъ его также называютъ, бесполого размноженія, которая не представляла бы рядомъ съ этимъ процессомъ и другого, то-есть процесса полового размноженія или брака.

Посмотримъ, въ какой же формѣ обнаруживается это явленіе брака въ растительномъ царствѣ.

Первоначально существованіе двухъ половъ было замѣчено только у нѣкоторыхъ растений, у тѣхъ именно, которыя снабжены цвѣтами, откуда и названіе *явнобрачныхъ*, данное имъ въ восемнадцатомъ столѣтіи Линнеемъ, въ отличіе отъ остальныхъ, названныхъ имъ *тайнобрачными*. Въ настоящее время названіе тайнобрачныхъ растений утратило смыслъ, такъ какъ явленіе брака найдено во всѣхъ классахъ растений, кромѣ самыхъ простѣйшихъ организмовъ, гдѣ его, можетъ быть, дѣйствительно не существуетъ.

Мысль, что въ цвѣткѣ долженъ совершаться тотъ процессъ, который мы называемъ бракомъ, и что результатомъ этого процесса являются плодъ и сѣмя, то-есть молодое зачаточное растение,—мысль эта должна была возникнуть очень давно, но, какъ определенное научное ученіе, она не насчитываетъ еще двухъ вѣковъ.

На эту мысль должны были навести такія растенія, у которыхъ существуетъ двоякаго рода цвѣты, размѣщенные на различныхъ особяхъ, таковы многія деревья, напримѣръ, наши ивы, осина, можжевельникъ, такова конопля, мужскія растенія которой получили даже особое народное названіе—посконь. Всѣ эти растенія приносятъ и такіе цвѣты, которые даютъ плодъ и сѣмя, и такіе, которые, заключая только тычинки, не превращаются сами въ плодъ, но необходимы для того, чтобы вызывать это образованіе плода въ другихъ цвѣтахъ. Первымъ растеніемъ, обратившимъ на себя въ этомъ отношеніи вниманіе человѣка, была, по всей вѣроятности, финиковая пальма; но крайней мѣрѣ повѣствуютъ, что уже на рынкахъ Вавилона и

позднѣе у арабовъ продавались мужскія соцвѣтія этой пальмы, которыя покупателями развѣшивались между женскими соцвѣтіями для ихъ опыленія, такъ какъ было замѣчено, что это способствовало болѣе обильному сбору плодовъ. Женскими цвѣтками мы, значитъ, называемъ такіе, въ которыхъ заключается плодникъ, по отцвѣтеніи превращающійся въ плодъ; мужскими называемъ такіе цвѣты, которые заключаютъ только тычинки, приносящія плодотворную пыль, пыльцу или *цвѣтень*, и по отцвѣтеніи завядаютъ. Однако далеко не у всѣхъ растеній мужскіе и женскіе, тычиночные и плодниковые, цвѣты размѣщены на различныхъ недѣлимыхъ; у многихъ они собраны на одномъ и томъ же растеніи, каковы: береза, дубъ, сосна майскъ; наконецъ, у значительнаго большинства растеній и тычинки и плодники соединены въ одномъ цвѣткѣ, т.-е. цвѣтки обоеполые. Таковъ цвѣтокъ, изображенный на фиг. 10.

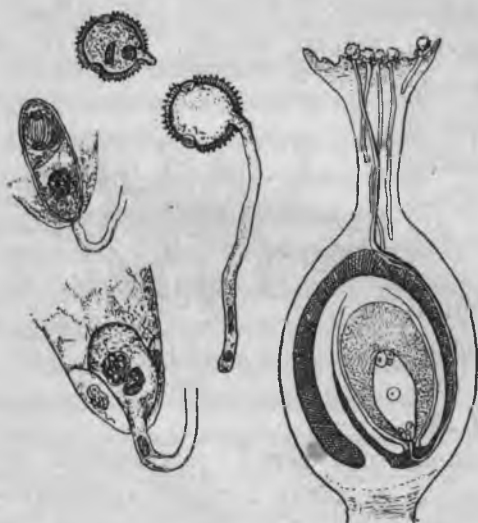


Фиг. 10.

Посмотримъ, чѣмъ же выражается участіе тычинки въ образованіи плода. Тычинка, какъ мы уже видѣли въ первой лекціи, въ наиболѣе совершенной своей формѣ представляетъ болѣе или менѣе развитую нить, на концѣ которой прикрѣплены два продолговатые мѣшечка, лопающіеся продольною щелью и высыпающіе пыль, обыкновенно, желтаго цвѣта. Каждая такая пылинка представляетъ клѣточку, чаще всего шаровидную, съ двойной оболочкой, наружной—толстой и, обыкновенно, очень нарядной, и внутренней—болѣе тонкой и простой. Въ наружной, обыкновенно, бываютъ отверстія или иногда мѣста, закрытыя какъ бы заслоночками, которыя могутъ отскакивать.

Пестикъ въ самой простой и правильной формѣ имѣетъ видъ бутылочки (фиг. 10 и 65 справа). Его расширенная, внутри полая, часть—завязь—заключаетъ яички: одно, нѣсколько, нерѣдко множество, какъ, на примѣръ, у мака. Вытянутая часть—столбикъ рѣдко содержитъ внутри каналъ, обыкновенно же онъ сплошной, но ткань его рыхлая, губчатая; клѣточки ея

не плотно прикасаются, оставляя промежутки. Этотъ столбикъ оканчивается на верхушкѣ болѣе расширенною частью—рыльцемъ, имѣющимъ форму тупой пуговки, щитка, перышка, однимъ словомъ, самую разнообразную форму. Поверхность рыльца обыкновенно покрыта короткими ворсинками и выделяетъ липкую жидкость. Яичко, сидящее въ полости завязи, если его перерѣзать вдоль, представить намъ такое строение: средняя часть, такъ называемое ядро, окружена двумя оболочками, чрезъ которыя до самаго ядра проходитъ каналъ; каналъ этотъ можетъ быть обращенъ или вверхъ, или внизъ,



Фиг. 65.

какъ въ настоящемъ случаѣ. Въ верхней части ядра т. е. ближе къ каналу обращаетъ на себя вниманіе одна очень крупная клѣточка, получившая названіе зародышеваго мѣшечка (фиг. 65). такъ какъ въ ней, какъ сейчасъ увидимъ, появляется и развивается зародышъ растенія.

Таково, въ общихъ чертахъ, строеніе этихъ двухъ органовъ цвѣт-

ка — тычинки и пестика. Самыя существенныя ихъ части — яичко, подлежащее оплодотворенію, и крупинка пыльцы, вызывающая оплодотвореніе.

Для того, чтобы состоялось оплодотвореніе, крупинка пыльцы должна прежде всего попасть на поверхность рыльца, гдѣ она легко удерживается его ворсинками и липкою жидкостью. Какими средствами это достигается въ природѣ, мы увидимъ впослѣдствіи; при искусственной же культурѣ, въ садоводствѣ, нерѣдко оказывается полезнымъ переносить пыльцу на рыльце посредствомъ кисточки. Что же произойдетъ далѣе? Вѣдь отъ поверхности рылецъ до яичка еще далеко, какимъ же обра-

зомъ вліяніе цвѣтна сообщится этому послѣднему? Вопросъ этотъ давно занималъ ботаниковъ и породилъ сначала цѣлый рядъ болѣе или менѣе неудачныхъ догадокъ. Полагали, что крупинки проваливаются въ завязь; полагали, что онѣ лопаются на рыльцѣ и выпускаютъ свое содержимое, которое достигаетъ яичка; полагали, наконецъ, что онѣ дѣйствуютъ на разстояніи какими-нибудь летучими испареніями. Всѣ эти догадки оказались безплодными, пока, наконецъ, точное микроскопическое изслѣдованіе не разрѣшило вопроса.

Когда крупинка цвѣтна попадаетъ на рыльце или въ какую-нибудь подходящую жидкость, напримѣръ, въ растворъ сахара (но не въ воду, гдѣ она обыкновенно лопается), то она начинаетъ прорастать, то-есть чрезъ отверстіе наружной оболочки выпускаетъ внутреннюю, въ видѣ трубки (фиг. 65 посрединѣ). въ эту трубку переливается содержимое, и она продолжаетъ расти на вершинѣ, достигая, такимъ образомъ, значительной длины. Вырастая съ передняго конца, она нерѣдко отмираетъ съ задняго. Эти такъ называемыя *цвѣтневые трубочки* пролагаютъ себѣ путь въ рыхлой ткани столбика (фиг. 65, справа), путь иногда довольно длинный, какъ, напримѣръ, у кактуса, у котораго столбикъ имѣетъ нѣсколько дюймовъ въ длину. Проникнувъ въ полость завязи, онѣ попадаютъ на входное отверстіе яичка, чрезъ каналъ пробираются до ядра и прикладываются къ зародышевому мѣшечку (фиг. 65 справа, слѣва внизу верхняя часть ядра съ приложившеюся къ зародышевому мѣшечку цвѣтневою трубкой). Цвѣтневые трубочки попадаютъ въ каналъ яичка, конечно, почти случайно, но эта случайность встрѣчается очень часто, такъ какъ число цвѣтневыхъ трубочекъ, проникающихъ въ завязь, обыкновенно значительно. Существуютъ впрочемъ наблюденія, будто цвѣтневые трубочки, прорастая подъ микроскопомъ, направляются къ куточкамъ ткани рыльца или столбика, помѣщеннымъ по сосѣдству съ ними. Эта ткань дѣйствуетъ повидимому и тогда, когда была предварительно умерщвлена кипяченіемъ. Въ ядрѣ, между тѣмъ, произошло слѣдующее. Въ верхней части зародышеваго мѣшка изъ его протоплазмы образуется обыкновенно три клѣтки. Клѣтки эти лишены оболочки изъ клѣтчатки и, слѣдовательно,

представляютъ намъ только шарообразные комки густой протоплазмы съ ядромъ; одну изъ нихъ называютъ зародышевымъ пузырькомъ или яйцеклѣткой, такъ какъ это дѣйствительно первое начало будущаго зародыша растенія, это, слѣдовательно, та искомая первая клѣточка, изъ которой, какъ мы сказали, состоитъ вначалѣ всякое растеніе, не только споровое, но и сѣменное *). Зародышевый пузырекъ помѣщается въ самой верхней части зародышеваго мѣшка, такъ что кончикъ цвѣтневой трубочки, проникшей чрезъ каналъ яйчика до его ядра, приходитъ въ тѣсное прикосновеніе съ пузырькомъ (фиг. 65 слѣва внизу).

Исслѣдованія послѣднихъ лѣтъ показали, что самый актъ оплодотворенія заключается въ томъ, что ядро, образующееся въ концѣ цвѣтневой трубочки, чрезъ ея размягченную или растворенную стѣнку проскользаетъ въ зародышевый мѣшочекъ (стѣнка котораго также размягчается или растворяется) и сливается съ ядромъ зародышеваго пузырька, при чемъ крайне любопытно, что на образованіе ядеръ какъ мужского, такъ и женскаго идетъ половина хроматиннаго вещества, т.-е. половинное число палочекъ, такъ что образующееся чрезъ ихъ сліяніе первое ядро зародыша состоитъ наполовину изъ хроматина отцовскаго, на половину изъ хроматина материнскаго организма. Въ этомъ фактѣ съ особенною наглядностью выясняется, почему свойства родителей сливаются въ ихъ потомствѣ. У простѣйшихъ—не цвѣтковыхъ—растеній, какъ вскорѣ увидимъ, мы въ состояніи еще легче непосредственно убѣдиться въ этомъ сліяніи вещества мужской и женской клѣтки. Сущность же этого явленія, химизмъ этого процесса для насъ почти неизвѣстенъ. Въ содержимомъ крупинокъ цвѣтня открытъ ферментъ и, сверхъ того, извѣстно, что въ эпоху опыленія въ цвѣтахъ проявляется усиленная химическая дѣятельность, они жадно поглощаютъ кислородъ, выдыхаютъ углекислоту, и это

*) См. первую лекцію. Значеніе двухъ клѣточекъ, сопровождающихъ зародышевый пузырекъ, еще не выяснено удовлетворительнымъ образомъ. Зародышевый пузырекъ теперь чаще называютъ яйцеклѣткой или даже яйцомъ; но тогда выходило бы, что яйцо заключено въ яйчкѣ,—во избѣжаніе этого неудобства я предпочитаю сохранить старый терминъ, болѣе согласный съ первоначальнымъ представленіемъ, что зародышъ заключенъ въ яйцѣ.

дыханіе сопровождается замѣтнымъ повышеніемъ температуры всего цвѣтка, въ особенности же тычинокъ.

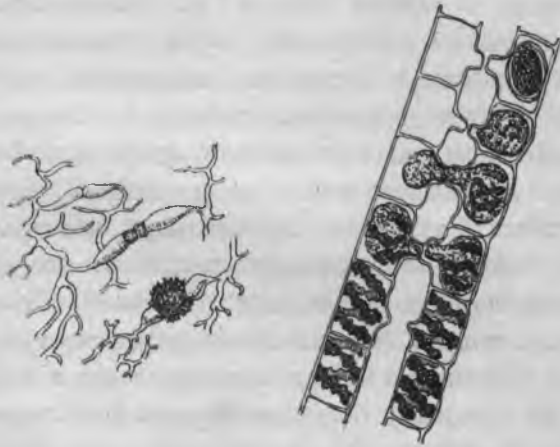
Какъ бы то ни было, результатомъ этого сліянія является пробужденіе образовательной дѣятельности въ зародышевой клѣткѣ. Она облекается оболочкой изъ клѣтчатки, получаетъ перегородку, превращаясь изъ одной въ двѣ клѣточки (фиг. 65 влѣво наверху). За первую перегородку слѣдуетъ вторая, третья и такъ далѣе — образуется многоклѣточное тѣло, которое, разрастаясь, превращается въ зачаточное растеніе, въ зародышъ, съ которымъ мы познакомились уже въ первой бесѣдѣ, говоря о сѣмени. Иногда въ сѣмени является нѣсколько зародышей. Послѣдній случай сравнительно рѣдокъ. Нѣсколько зародышей находится, на примѣръ, въ сѣменахъ апельсина, но происходятъ они, повидимому, совершенно особымъ образомъ, на описаніи котораго здѣсь было бы излишне останавливаться. Одновременно съ развитіемъ зародыша въ другихъ частяхъ яичка, въ зародышевомъ мѣшечкѣ и ядрѣ, отлагается запасъ питательныхъ веществъ; это будетъ та часть сѣмени, которую мы называли бѣлкомъ *). Бѣлокъ, какъ запасъ пищи, можетъ быть всосанъ зародышемъ или во время нахожденія сѣмени при материнскомъ растеніи, и тогда зрѣлое сѣмя уже не содержитъ бѣлка, оно будетъ безбѣлковое, каковы сѣмена гороха, бобовъ, или же большая часть бѣлка сохранится въ зрѣломъ сѣмени, какъ, на примѣръ, у злаковъ, гречихи, мака и пр.

Развитіемъ зародыша, превращеніемъ яичка въ сѣмя, не ограничивается вліяніе оплодотворенія, оно распространяется и на плодникъ; развиваясь и разрастаясь, онъ превращается въ плодъ.

Такова въ самыхъ общихъ чертахъ форменная, морфологическая, единственная, намъ до сихъ поръ извѣстная сторона этого явленія оплодотворенія. Для дополненія картины посмотримъ, какъ совершается этотъ процессъ на другомъ полюсѣ растительнаго царства, у самыхъ простѣйшихъ растений — у водорослей, на примѣръ, или у плѣсени.

*) См. III бесѣду.

Вотъ микроскопическая водоросль, уже намъ знакомая спирогира, съ ея характеристическими спиральными лентами хлорофилла (фиг. 66 справа). Въ извѣстный моментъ развитія этого организма составляющія его нити принимаютъ параллельное положеніе, какъ это видно на рисункѣ. Въ нѣкоторыхъ клѣткахъ содержимое собирается въ круглые или овальные клубки и въ то же время на двухъ смежныхъ клѣточкахъ образуются вздутія стѣпки. Эти бугорки растутъ навстрѣчу, сталкиваются раздѣляющая ихъ перегородка всасывается, исчезаетъ и тогда содержимое двухъ клѣточекъ сливается въ одну



Фиг. 66.

массу, при чемъ совершенно безразлично, перельется ли содержимое изъ лѣвой нити въ правую или наоборотъ. Образовавшаяся, такимъ образомъ, округлая масса получаетъ оболочку и превращается въ спору, которая, освободившись, можетъ прорасти и дать начало новому организму, новой нити спирогиры.

Здѣсь мы, слѣдовательно, встрѣчаемъ процессъ оплодотворенія въ крайне простой формѣ: двѣ клѣточки сливаются, чтобы дать начало одной, которая и служить для воспроизведенія организма. Въ еще простѣйшей формѣ встрѣчаемъ мы это явленіе въ слѣдующемъ микроскопическомъ грибкѣ—плѣсени. Онъ состоитъ изъ одной тонкой, очень развѣтвленной трубочки, (фиг. 66 слѣва) въ которой нигдѣ мы не замѣчаемъ попереч-

ныхъ перегородокъ — значитъ весь организмъ состоитъ изъ одной клѣтки. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ этой клѣточки появляются короткія вѣтви, вытягивающіяся навстрѣчу другъ другу. Когда онѣ прикоснутся, копецъ каждой вѣтви отдѣляется перегородкой и вздувается, перегородка, раздѣляющая ихъ между собою, исчезаетъ и содержимое, сливаясь, образуетъ одну клѣтку — спору.

Такимъ образомъ простѣйшія споровыя растенія, такъ же какъ и цвѣтковые, показываютъ, что явленіе оплодотворенія заключается въ соединеніи содержимаго двухъ клѣточекъ, и даже у споровыхъ растений это явленіе обнаруживается съ большею очевидностью, такъ какъ мы непосредственнымъ наблюденіемъ легко убѣждаемся въ этомъ сліяніи двухъ клѣточекъ. Въ описанныхъ простѣйшихъ случаяхъ мужская и женская клѣточка съ виду нисколько не отличались, хотя при болѣе тщательномъ изученіи ихъ строенія удалось подмѣтить и въ нихъ различія, но въ другихъ болѣе сложныхъ случаяхъ у споровыхъ растений мужская клѣточка отличается совершенно и по виду, и по свойствамъ отъ женской. Между тѣмъ какъ женская неподвижна, мужская движется наподобіе какого-нибудь микроскопическаго животного, проникаетъ въ органъ, заключающій женскую клѣточку, и, сливаясь съ нею, какъ бы растворяясь въ ней, вызываетъ ея оплодотвореніе *).

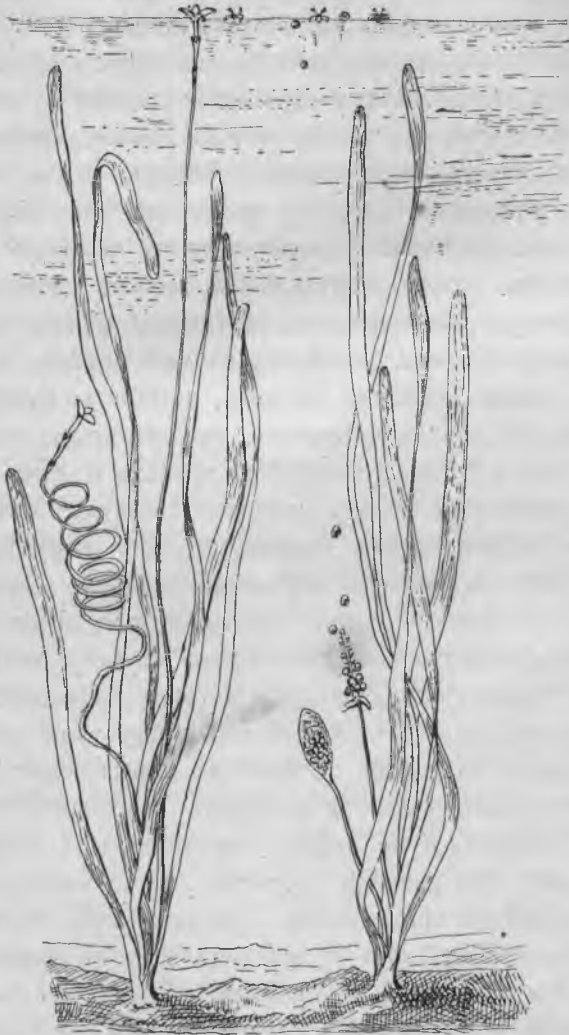
Экспериментальнымъ путемъ мы еще болѣе убѣждаемся въ дѣйствиіи цвѣтновой пыли на яичко. Во-первыхъ, мы знаемъ, что если рыльце не будетъ опылено, то цвѣтокъ завянетъ, не принеся ни сѣмянъ, ни плода; далѣе, заставляя, непосредственно подъ микроскопомъ, цвѣтневые трубочки дѣйствовать на вынутыя изъ завязи яички, можно было замѣтить, что только въ томъ случаѣ, когда первые приходили въ соприкосновеніе съ послѣднимъ, обнаруживалось послѣдствіе оплодотворенія. Наконецъ, всего убѣдительнѣе доказываютъ участіе мужского элемента опыты искусственнаго полученія помѣсей. Если пе-

*) Въ 1897 году такія подвижныя клѣточки найдены въ цвѣтневыхъ трубочкахъ сѣмянныхъ растений.

стики какого-нибудь цвѣтка опылять цвѣтнемъ, взятымъ не изъ того же самага цвѣтка, а изъ другого, отличающагося отъ него, на примѣръ, окраской лепестковъ, то можно получить растение съ цвѣтами пестрыми, т.-е. представляющими и цвѣтъ лепестковъ того цвѣтка, пестикъ котораго оплодотворенъ, и цвѣтъ лепестковъ того цвѣтка, изъ котораго взята цвѣточная пыль. Очевидно, вліяніе мужской клѣточки отразилось на происшедшемъ вслѣдствіе оплодотворенія растеній.

Для осуществленія необходимаго опыленія растенія снабжены множествомъ любопытнѣйшихъ приспособленій. Остановимся на нѣсколькихъ примѣрахъ. Вотъ одно, не замѣчательное по своей внѣшности, растение (*Pilea*), разводимое въ нашихъ оранжереяхъ ради слѣдующей любопытной особенности. Когда оно цвѣтеть и усыяно множествомъ своихъ маленькихъ, невзрачныхъ цвѣтковъ, стоитъ его вспрыснуть водой, чтобы замѣтить странное явленіе: на поверхности растенія, то тамъ, то сямъ, какъ бы вслѣдствіе небольшихъ взрывовъ, начнутъ взвиваться небольшія облачка пыли. Явленіе это объясняется такъ: тычинки этого растенія, закрученныя внутрь цвѣтка и очень гигроскопическія, быстро, какъ пружины, расправляются и выбрасываютъ пыль изъ своихъ лопнувшихъ пыльниковъ. Такимъ образомъ разбрасываемая во всѣ стороны пыль легко попадаетъ и на рыльца. Приведемъ еще примѣръ, но на этотъ разъ остановимся на растеніи, живущемъ въ совсѣмъ другой средѣ,—на растеніи водяномъ. Всѣмъ любителямъ комнатныхъ акваріевъ знакома самая обычная обитательница ихъ—Валлиснерія; у этой Валлиснеріи тычинки и пестики находятся въ разныхъ цвѣткахъ, а эти послѣдніе размѣщены на различныхъ растеніяхъ (фиг. 67). Какъ мужскіе, такъ и женскіе цвѣтки развиваются подъ водой. Но оплодотвореніе подъ водой невозможно; садовники, на примѣръ, знаютъ, что дождь во время цвѣтенія препятствуетъ оплодотворенію, такъ что при такихъ условіяхъ не завязывается плода, получается пустоцвѣтъ. Для того, чтобы оплодотвореніе Валлиснеріи могло совершиться на воздухѣ, это растение снабжено слѣдующимъ довольно замысловатымъ приспособленіемъ. Женскіе цвѣтки (слѣва) сидятъ почти на днѣ на очень длинныхъ, закрученныхъ тѣсною

спиралью, ножкахъ. Ко времени цвѣтенія эти ножки начинаютъ раскручиваться и расти и, такимъ образомъ, выносятъ женскіе цвѣтки на поверхность воды. Къ этому же времени и



Фиг. 67.

мужскіе цвѣтки (справа), также развивающіеся на днѣ, отрываются отъ своихъ стебельковъ и всплываютъ на поверхность воды. Плавающая между женскими цвѣтами, они раскры-

ваютъ свои пыльники и разсыпаютъ по вѣтру свою пыль, при чемъ часть ея, конечно, попадаетъ и на рыльца. Когда миновалъ періодъ цвѣтенія, цвѣточная ножка женскаго цвѣтка вновь закручивается, увлекая оплодотворенный цвѣтокъ па дно, гдѣ и происходитъ дальнѣйшее развитіе плода.

Для насъ теперь вполне понятно значеніе въ жизни растенія главныхъ частей цвѣтка—крупинки цвѣтня и яичка; понятны и только что описанныя приспособленія, клонящіяся къ тому, чтобы способствовать взаимодействию этихъ органовъ. Но затѣмъ рождается вопросъ: какое же значеніе имѣютъ остальные части цвѣтка? Къ чему служатъ чашечки? Къ чему этотъ плодникъ, только затрудняющій доступъ цвѣтня къ яичкамъ? Къ чему яркіе, нерѣдко причудливой формы, лепестки? Къ чему этотъ аромат, распространяемый цвѣтами, и, наконецъ, эта сладкая, похожая на медъ, жидкость, которую выдѣляютъ на днѣ своихъ вѣнчиковъ, знакомыя намъ съ дѣтства, кашка, глухая крапива и множество другихъ цвѣтовъ? Постараемся найти отвѣты на всѣ вопросы. Понятнѣе всѣхъ значеніе чашечки и плодника. Первая, подобно наружнымъ чешуйкамъ листовыхъ почекъ, охраняетъ во время развитія внутренне, болѣе нѣжные органы цвѣтка второй играетъ такую же роль по отношенію къ заключеннымъ въ немъ яичкамъ. Въ только что упомянутыхъ опытахъ оплодотворенія яичекъ, освобожденныхъ изъ завязи, изслѣдователь встрѣчалъ значительное затрудненіе въ борьбѣ съ мелкими паразитными организмами, этими *бактеріями*, о которыхъ приходится слышать такъ много страшнаго по поводу причиняемыхъ ими заразныхъ болѣзней. Но какое же средство употребляемъ мы, когда желаемъ сохранить органическія вещества отъ гніенія, отъ зараженія бактеріями? Мы сохраняемъ ихъ въ герметически закрытыхъ сосудахъ или, по крайней мѣрѣ, ограждаемъ ихъ отъ доступа зародышей этихъ организмовъ, носящихся въ воздухѣ, затыкая горлышко сосудовъ ватой. Полость завязи и представляетъ намъ именно такой, со всѣхъ сторонъ глухой, сосудъ, въ которомъ яичко и сѣмя развиваются вполне сохранно отъ носящихся въ воздухѣ зародышей паразитныхъ грибовъ. Но можно возразить: если крупинки цвѣтка, попа-

дая на поверхность рыльца, прорастают и их трубки достигают яичка, то почему бы и бактеріямъ, носящимся въ воздухѣ, не развиться на рыльцѣ и не достигнуть яичка? Тотъ же наблюдатель, которому мы обязаны только что приведеннымъ объясненіемъ значенія завязи, объяснилъ и специальное значеніе рыльца. Крупинки цвѣтня, развиваясь внѣ цвѣтка (подъ микроскопомъ), такъ же какъ яички, страдаютъ отъ бактерій; для того, чтобы отдѣлаться отъ ихъ нападеній, онъ попробовалъ слегка подкислять ту жидкость, въ которой прорасталъ цвѣтень. Оказалось, что эта слабо-кислая реакція, безвредная для крупинокъ цвѣтня, препятствовала развитію бактерій. Испытавъ реакцію рылецъ, онъ нашелъ, что она кислая. Такимъ образомъ рыльце, пропуская цвѣтневые трубочки, повидимому, устраняетъ доступъ въ завязь бактеріямъ.

Но для чего же служатъ растенію его яркіе лепестки, его запахъ и медоносныя железки? Съ перваго взгляда, значеніе ихъ исключительно эстетическое. Въ былое время, когда человѣкъ считалъ себя центромъ мірозданія, когда даже солнце ходило вокругъ него, конечно не затруднялись допустить, что все это существуетъ для услажденія его взоровъ, его обонянія и вкуса. Но съ развитіемъ естествознанія подобная точка зрѣнія все болѣе и болѣе утрачивала свое значеніе. Съ другой стороны, ботаники, не усматривая непосредственной пользы во всѣхъ этихъ частяхъ, давно привыкли называть ихъ несущественными и, прибѣгая къ поэтической метафорѣ, видѣли въ нихъ только брачный нарядъ растеній. Оказалось, что и то и другое воззрѣніе одинаково невѣрно. Оказалось, во-первыхъ, что всѣ эти органы существуютъ не для человѣка, а для насѣкомыхъ, и прежде всего для самого растенія; а во-вторыхъ, что они очень существенны, часто даже необходимы для растенія, что безъ нихъ и такъ называемыя существенныя части не достигали бы часто своего назначенія и, наконецъ, что они полезны постольку именно, поскольку они ярки, пахучи, сладки, т.-е. поскольку они могутъ служить приманкой для насѣкомыхъ. Объяснимъ, въ чемъ дѣло.

Нравы и законы, какъ церковные, такъ и гражданскіе, большей части народовъ, кромѣ находящихся на низшей ступени развитія, осуждаютъ, запрещаютъ, даже преслѣдуютъ браки въ близкихъ степеняхъ родства. Медики и физиологи пытались доказать справедливость этого распространеннаго воззрѣнія статистическими данными, и, дѣйствительно, существуетъ не мало фактовъ, доказывающихъ, что близкое родство между родителями вредно отражается на здоровьи дѣтей. Въ настоящее время мы почти не нуждаемся въ подобныхъ доказательствахъ, такъ какъ цѣлый рядъ изслѣдованій доказываетъ, что этотъ законъ имѣетъ болѣе широкое приложеніе, что онъ касается не одного человѣка, не одного животнаго царства, но равно и растительнаго, что это законъ общій для всего органическаго міра, и нигдѣ не убѣждаемся мы въ немъ съ такою наглядностью, какъ именно надъ растеніемъ.

Намъ извѣстны несомнѣнные факты, что оплодотвореніе пестика цвѣтнемъ, взятымъ изъ того же цвѣтка, оказывается менѣе удачнымъ, даетъ менѣе здоровое потомство, чѣмъ оплодотвореніе цвѣтнемъ изъ другого цвѣтка. Мало того, существуютъ растенія, у которыхъ самоопыленіе абсолютно бесплодно; такова, напримѣръ, хохлатка (*Corydalis*) — одно изъ нашихъ раннихъ весеннихъ растеній. Существуютъ нѣкоторыя растенія съ двоякаго или троякаго рода цвѣтками, таковы: первоцвѣтъ (фиг. 68), дербенникъ, различные виды льна и пр. У этихъ цвѣтковъ пестики и тычинки представляютъ различную величину, и притомъ длинныя пестики встрѣчаются въ одномъ цвѣткѣ съ короткими тычинками (фиг. 68, А) и наоборотъ (В). Оказывается, что для успѣшнаго оплодотворенія нужно перенести на рыльце пыль изъ тычинки соотвѣтственной величины, слѣдовательно, — всегда изъ другого цвѣтка *). Существуютъ растенія, у которыхъ оплодотвореніе цвѣтнемъ другой породы, даже другого вида, оказывается плодотворнѣе самоопыленія. Наконецъ, наблюдатели, заслуживающіе полнаго довѣрія, описываютъ случаи, въ которыхъ самоопыленіе дѣйствуетъ ядовито, поражая пестикъ; рыльце представляется какъ бы спа-

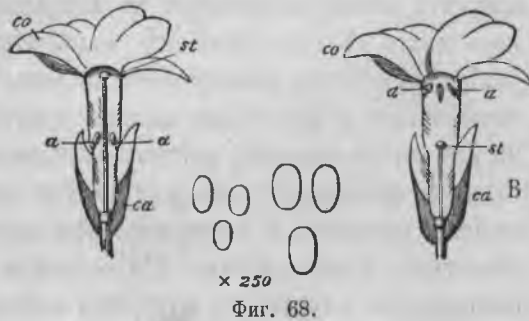
*) Въ срединѣ изображены крупинки цвѣтнаго пыля А и В; онѣ оказываются различной величины.

леннымъ и цвѣтокъ завядаетъ, не принося плода, между тѣмъ какъ цвѣтень, взятый изъ другихъ цвѣтковъ, вызываетъ оплодотвореніе. Такимъ образомъ многочисленные факты убѣждаютъ насъ, конечно только эмпирически, въ существованіи общаго закона, по которому перекрестное оплодотвореніе полезно, самооплодотвореніе сравнительно вредно для организма.

Разъ, что мы допустимъ существованіе этого закона, для насъ тотчасъ станетъ ясно значеніе множества особенностей въ строеніи цвѣтка, иначе непонятныхъ. Число фактовъ, накопившихся въ ботанической литературѣ, въ подтвержденіе того положенія, что строеніе цвѣтковъ приспособлено къ ихъ перекрестному оплодотворенію, въ особенности при посредствѣ насѣкомыхъ, чрезвычайно велико. Остановимся здѣсь только на самыхъ выдающихся чертахъ этого ученія.

Въ доказательство справедливости взгляда, что яркіе покровы, запахъ и медоносныя железы имѣютъ

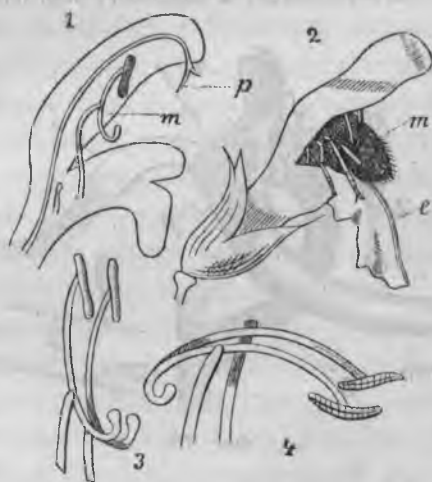
цѣлью привлеченіе насѣкомыхъ, которыя, перелетая съ цвѣтка на цвѣтокъ, способствуютъ перекрестному оплодотворенію, можно привести слѣдующія соображенія. Во-первыхъ, всѣ эти части существуютъ только въ періодъ опыленія и потомъ исчезаютъ. Во-вторыхъ, мы отличаемъ такія растенія, у которыхъ опыленіе совершается при посредствѣ вѣтра, и такія, у которыхъ оно совершается при посредствѣ насѣкомыхъ. У первыхъ цвѣты всегда мелки, невзрачны, не имѣютъ ни яркихъ покрововъ, ни запаха, ни меда. Такова большая часть древесныхъ растеній: сосна, береза, осина и пр. Зато они образуютъ громадную массу цвѣтня; облака этой желтой пыли, падая на землю или на поверхность воды, породили даже суевѣрные повѣрья о сѣрныхъ дождяхъ. Замѣчательно также, что подобныя растенія цвѣтутъ обыкновенно раннею весной, когда неразвившіеся листья не могутъ препятствовать распространенію цвѣтневой пыли.



Но понятно, что такая трата, по всей вѣроятности, дорого стоящаго растенію матеріала, неизбежная при опыленіи при посредствѣ вѣтра, должна быть крайне невыгодна для растенія. Для него, очевидно, выгоднѣе производить менѣе пыли и вѣрнѣе обезпечить ея перенесеніе на рыльце другихъ растеній. Эта экономическая цѣль, очевидно, осуществляется при содѣйствіи насѣкомыхъ. Побудительною причиною, приманкой для посѣщенія цвѣтковъ, служатъ насѣкомымъ медоносныя железки, такъ называемые нектарники; средствомъ для привлеченія—яркая окраска, размѣры цвѣтка и его запахъ. Доказано, что пчелы обладаютъ способностью различать цвѣта и что, смазывая медомъ различно окрашенныя поверхности, можно приучить этихъ насѣкомыхъ къ ассоціаціи впечатлѣній извѣстнаго цвѣта съ присутствіемъ меда. Перекрестное оплодотвореніе достигается раздѣленіемъ половъ въ цвѣткѣ, при чемъ тычиночныя и пестичныя цвѣтки могутъ быть распредѣлены на одномъ и томъ же растеніи или на различныхъ; въ цвѣтахъ же обоеполыхъ это достигается неодновременнымъ развитіемъ тычинокъ и пестиковъ, при чемъ самооплодотвореніе становится невозможнымъ. Но особенно убѣдительно^{ѣтъ} многочисленныя случаи, въ которыхъ всѣ части цвѣтка, по своему строенію и расположенію, оказываются прилаженными къ формѣ и ухваткамъ посѣщающаго насѣкомаго, такъ что оно, перелетая съ цвѣтка на цвѣтокъ, неизбежнымъ образомъ должно въ одномъ прикоснуться къ пыльнику, а въ другомъ—тѣмъ же самымъ мѣстомъ, къ рыльцу. Ограничимся нѣсколькими примѣрами.

Многіе цвѣты, вмѣсто обыкновеннаго, правильнаго, лучистаго расположенія своихъ частей, представляютъ такъ называемое симметрическое, то-есть такое, при которомъ мы отличаемъ правую и лѣвую сторону, верхъ и низъ. Примѣромъ этого могутъ служить такъ называемые двугубые цвѣты (фиг. 69, 2). Эта форма, очевидно, удобна для насѣкомыхъ; нижняя губа служить какъ бы платформой или балкончикомъ, на который оно удобно садится, когда желаетъ запустить свой хоботокъ въ трубку вѣнчика, на днѣ которой находится сладкая жидкость. Но при этомъ оно трется спинкой о пыльники

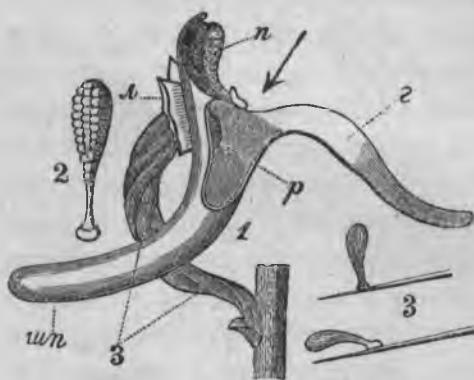
(фиг. 69, 1 и 2 *m*), а перелетая на другой цвѣтокъ, опыленною спинкой трется о рыльце (*p*). Самоопыленіе въ этомъ случаѣ невозможно, потому что рыльце развивается позже тычинокъ, слѣдовательно, можетъ получить цвѣтень только изъ другого цвѣтка. Этого еще мало; у одного губоцвѣтнаго растенія, у обыкновеннаго шалфея, мы встрѣчаемъ еще слѣдующее замысловатое приспособленіе (его цвѣтокъ изображенъ на фиг. 69, 1). Тычинки его представляютъ ту особенность, что пыльникъ прикрѣпленъ на оконечности длинной поперечной части, которая подвижно соединена съ нитью (на фиг. 69, 1 изображенъ цвѣтокъ, расколотый по длинѣ, и въ немъ одна тычинка *m*, на фиг. 69, 3 — отдѣльно обѣ тычинки). Нижніе концы этихъ поперечныхъ частей загораживаютъ входъ въ трубку вѣнчика, на днѣ которой заключается, какъ уже сказано, сладкая жидкость. Какъ только насѣкомое просунетъ въ трубку свой хоботокъ, оно толкнетъ эти нижніе концы поперечныхъ перекладинъ, которые, какъ рычаги, придутъ изъ положенія 3 (фиг. 69) въ положеніе 4, при этомъ пыльники ударяются о спинку насѣкомаго (фиг. 69, 2 *m*) и осыпаютъ его своимъ цвѣтнемъ.



Фиг. 69.

Еще замѣчательнѣе способъ оплодотворенія въ группѣ такъ называемыхъ орхидныхъ растеній, у которыхъ оплодотвореніе безъ участія насѣкомыхъ было бы въ большей части случаевъ невозможно и ихъ цвѣты были бы обречены на постоянное безплодіе. Цвѣты у этого семейства отличаются своими причудливыми формами, почему его экзотическіе представители и разводятся такъ охотно въ оранжереяхъ. Изъ нашихъ дикорастущихъ представителей этого семейства достаточно упомя-

нута о *ночной фиалкѣ* (*Platanthera*), которой бѣлые, сильно пахучіе цвѣты въ іюнѣ мѣсяцѣ носятъ у насъ вездѣ по улицамъ. Представимъ себѣ подобный цвѣтокъ, у котораго оцципаны всѣ лепестки (фиг. 70), кромѣ одного нижняго, имѣющаго форму губы и при основаніи вытянутаго въ глухую трубочку, такъ называемый шпорецъ (фиг. 70, *tr*) *). Пестикъ и тычинка этого цвѣтка также совершенно своеобразны: пестикъ состоитъ изъ длинной, закрученной завязи (*з*), наверху которой, прямо, безъ столбика, сидитъ рыльце, имѣющее форму липкаго пятна у самаго входа въ трубку шпорца (*р*). Тычинка не имѣетъ нити, а состоитъ изъ одного пыльника (*п*), сидящаго



Фиг. 70.

непосредственно по сосѣдству съ рыльцемъ. Этимъ не ограничиваются особенности этого растенія. Цвѣтень не имѣетъ формы разсыпчатой пыли, а собранъ въ каждой изъ двухъ долей пыльника въ комочекъ, вытянутый въ ножку, снабженную на концѣ очень липкою пуговочкой (фиг. 70, 2).

Вслѣдствіе того, что цвѣтень самъ не разсыпается, понятно, что, несмотря на близкое сосѣдство, онъ безъ посторонней помощи не могъ бы попасть даже на рыльце того же цвѣтка, не говоря уже о другихъ. Эту помощь и оказываетъ насѣкомое. Садясь на губу (*г*), оно запускаетъ хоботокъ въ трубку шпорца, на днѣ котораго обыкновенно, какъ это особенно хорошо видно у *ночной фиалки*, выдѣляется сладкая жидкость; при этомъ насѣкомое неизбежно прикасается къ липкой пуговочкѣ, выставляющейся изъ пыльника, и, улетаая съ цвѣтка, уноситъ съ собою всю пыльцевую массу. Это устройство цвѣтка до того точно

*) Фиг. 70 представляетъ цвѣтокъ орхидеи, у котораго удалены всѣ лепестки, кромѣ губы, которая расколота пополамъ, чтобы показать входъ въ шпорецъ и положеніе рыльца.

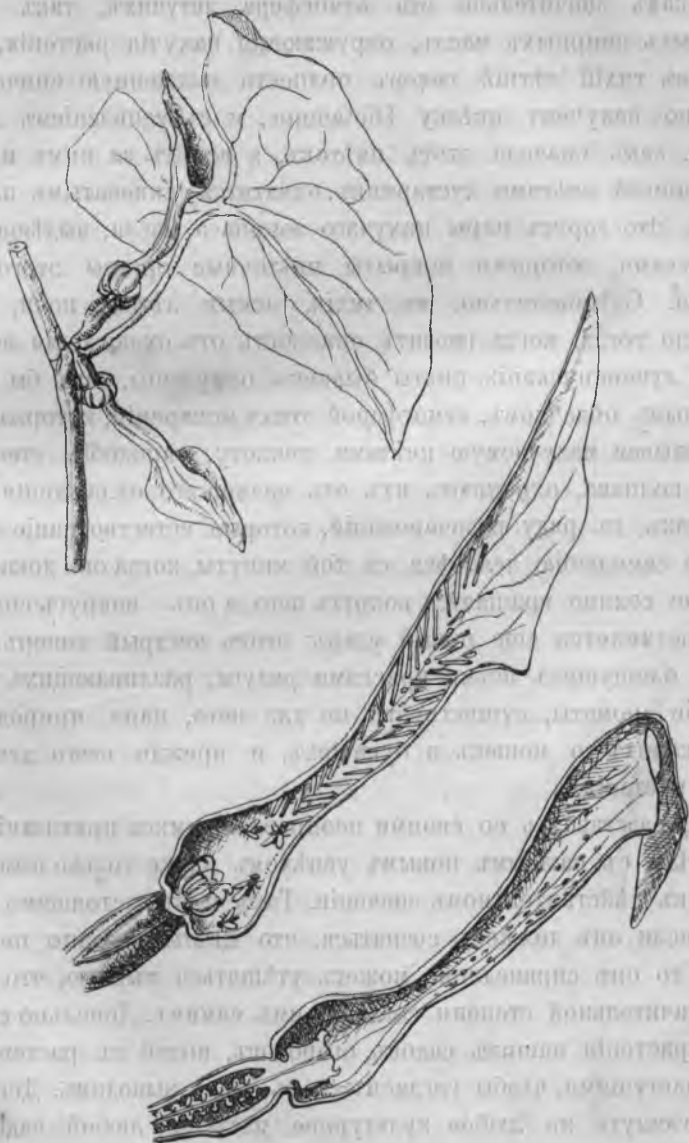
и дѣйствуетъ такъ безошибочно, что нельзя просунуть въ шпорецъ иголку или щетинку по направленію, показанному стрѣлкой (фиг. 70, 1), не вынеся на ней пыльцевую массу, какъ показано на фиг. 70, 3. Первоначально эта масса пыли имѣетъ вертикальное положеніе, но чрезъ нѣсколько минутъ наклоняется впередъ (фиг. 70, 3). То же самое должно происходить и съ пыльцевою массой, прильнувшюю къ насѣкомому. Перелетѣвъ на другой цвѣтокъ, повторивъ тамъ тотъ же приемъ, оно должно упереться пыльцевою массой какъ разъ въ липкую поверхность рыльца (*p*) и оставить тамъ часть цвѣтна. Доказательствомъ тому, что въ дѣйствительности все происходитъ какъ описано, служатъ насѣкомыя, пойманныя во время посѣщенія ими цвѣтовъ, и на хоботкѣ или головкѣ которыхъ оказываются прильнувшія массы цвѣтна, иногда въ значительномъ числѣ. Значить, оплодотвореніе подобныхъ цвѣтовъ будетъ совершаться не иначе какъ при содѣйствіи насѣкомыхъ и будетъ всегда полезное для растенія, перекрестное оплодотвореніе; понятно, какое значеніе имѣетъ для жизни растенія именно такая, а не иная форма всѣхъ частей его цвѣтка.

Приведемъ еще одинъ разительный примѣръ, въ которомъ всѣ части цвѣтка также, повидимому, приспособлены къ той же цѣли, къ перекрестному оплодотворенію, при содѣйствіи насѣкомыхъ. Это растеніе—кирказонъ (*Aristolochia*). Его блѣдно-желтые цвѣты представляютъ трубчатый, при основаніи шарообразно вздутый, на вершинѣ нѣсколько расширенный и косвенно срѣзанный вѣнчикъ (фиг. 71). Длинная, заключающая множество яичекъ, завязь (фиг. 71), непосредственно, безъ столбика, переходитъ въ сидячее, лопастное рыльце. Подъ самымъ рыльцемъ, сросшись съ пестикомъ, расположились тычинки, также сидячія, то-есть лишенные нитей Узкая трубка вѣнчика усьяна жесткими волосками, обращенными, какъ показано на рисункѣ, вершиной внутрь (71 верхній разрѣзъ) и напоминающими устройство мышеловокъ. Благодаря такому положенію волосковъ, насѣкомое легко заползаетъ во внутренность цвѣтка, но уже не въ состояніи выползти, — цвѣтокъ оказывается для него западней, въ которой оно находитъ уже развившіяся, готовые для оплодотворенія, рыльца и еще не

развившіяся тычинки. Если насѣкомое прилетѣло съ другого цвѣтка, то оно оставляетъ на рыльцѣ пыль. Послѣ нѣкотораго времени дозрѣваютъ и лопаются пыльники, насѣкомыя спокойно снуютъ взадъ и впередъ въ своей тюрьмѣ (71 верхній разрѣзъ), обсыпаются пылью, но эта пыль, попадая на рыльце, не вызываетъ самооплодотворенія, такъ какъ рыльце уже завяло. Вскорѣ завядаютъ и опадаютъ волоски вѣнчика (71 нижній разрѣзъ), двери его тюрьмы раскрываются, и насѣкомое, напудренное цвѣтнемъ, вылетаетъ для того, чтобы на слѣдующемъ цвѣткѣ попасть въ такую же западню. Затѣмъ наружная лопасть вѣнчика, завядая, закрываетъ входное отверстіе (71 нижній разрѣзъ), и весь цвѣтокъ, прежде имѣвшій вертикальное положеніе, поникаетъ (71 верхній рисунокъ). Такимъ образомъ, насѣкомыя избавляются отъ безполезнаго посѣщенія уже оплодотворенныхъ цвѣтовъ. И это приспособленіе дѣйствуетъ такъ же успѣшно, какъ и механизмъ оплодотворенія орхидныхъ, такъ что по внѣшнему виду цвѣтка можно почти безошибочно сказать, найдешь ли въ немъ захваченныхъ въ плѣнъ насѣкомыхъ или нѣтъ. Число этихъ насѣкомыхъ, подвергающихся временному аресту въ одномъ цвѣткѣ, бываетъ нерѣдко значительно.

Слѣдовательно, въ яркой окраскѣ вѣнчика, въ его своеобразныхъ формахъ, въ медоносныхъ железахъ,—этихъ такъ называемыхъ несущественныхъ частяхъ цвѣтка,—мы, несомнѣнно, должны видѣть очень совершенныя приспособленія цвѣтка къ указаннымъ цѣлямъ. Для той же цѣли, по всей вѣроятности, служить и запахъ; подобно цвѣту, онъ способствуетъ привлеченію насѣкомыхъ. Замѣчено даже, что цвѣты, распространяющіе особенно сильный ароматъ ночью, посѣщаются ночными насѣкомыми. Впрочемъ, выдѣленіе летучихъ ароматическихъ веществъ можетъ имѣть и другое значеніе для растенія. Съ одной стороны, извѣстно, что для цвѣтенія растенія нуждаются въ болѣе или менѣе высокой температурѣ, что отчасти достигается упомянутымъ выше повышеніемъ температуры вслѣдствіе дыханія, но, съ другой стороны, извѣстно, что въ ясныя, тихія ночи растенія подвергаются значительному охлажденію вслѣдствіе сильного лучеиспусканія. Для устраненія

подобнаго охлажденія достаточно покрывать растенія стеклян-
нымъ колпакомъ, который, задерживая испускаемые расте-



Фиг. 71.

ніемъ лучи, препятствуетъ излишнему охлажденію. Но совер-
шенно такимъ же свойствомъ, какъ стекло, обладаютъ и всѣ

летучія тѣла, подобныя цвѣточнымъ испареніямъ; они сильно задерживаютъ лучистую теплоту. Для того, чтобы убѣдиться, какъ значительна эта атмосфера летучихъ, такъ называемыхъ эфирныхъ маслъ, окружающія пахучія растенія, стоитъ въ тихій лѣтній вечеръ поднести зажженную спичку къ сильно пахучему цвѣтку *Dictamnus*, и съ удивленіемъ замѣтимъ, какъ сначала этотъ цвѣтокъ, а вслѣдъ за нимъ и весь усыпанный цвѣтами кустарникъ охватится синеватымъ пламенемъ. Это горятъ пары пахучаго эфирнаго масла, выдѣляемаго железками, которыми покрыты цвѣточные органы этого растенія. Слѣдовательно, въ тихія, ясныя лѣтнія ночи, т.-е. именно тогда, когда грозитъ опасность отъ охлажденія вслѣдствіе лучеиспусканія, цвѣты бываютъ окружены, какъ бы прозрачнымъ облачкомъ, атмосферой этихъ испареній, которыя, перехватывая излучаемую цвѣтами теплоту, наподобіе стекляннаго колпака, охраняютъ ихъ отъ излишняго охлажденія *).

Итакъ, къ ряду разочарованій, которыя естествознаніе принесло самолюбію человѣка съ той минуты, когда оно доказало, что не солнце вращается вокругъ него, а онъ—вокругъ солнца, присоединяется еще новый ударъ: этотъ пестрый коверъ цвѣтовъ, блещущихъ всѣми красками радуги, разливающихъ тончайшіе ароматы, существуетъ не для него, царя природы, а для какихъ-то мошекъ и букашекъ, и прежде всего для самого растенія.

Но, разставаясь со своими неоправдавшимися притязаніями, человѣкъ съ каждымъ новымъ успѣхомъ науки только выигрывалъ въ дѣйствительномъ значеніи. Такъ и въ настоящемъ случаѣ: если онъ долженъ сознаться, что цвѣты созданы не для него, то онъ справедливо можетъ утѣшаться мыслью, что они въ значительной степени созданы имъ самимъ. Довольно сравнить растенія нашихъ садовъ, огородовъ, полей съ растеніями дикорастущими, чтобы согласиться съ этимъ выводомъ. Довольно взглянуть на любое культурное растеніе, любой садовый

*) Извѣстно, что можно успѣшно охранять растенія отъ ночного охлажденія, разводя по сосѣдству огни, такъ чтобы надъ растеніями разстилалось облако дыма, ограждающее ихъ отъ излишней потери тепла чрезъ лучеиспусканіе.

цвѣтокъ, любой огородный овощъ, чтобъ увидать въ нихъ направляющую руку и мысль человѣка. Естественныя тѣла подѣ влияніемъ предъявляемыхъ имъ требованій, иногда только подѣ давленіемъ мимолетной прихоти моды, измѣняются сообразно этимъ потребностямъ и прихотямъ. Прихотливые люди требуютъ, напримѣръ, чтобы мелкій, блѣдно-трехцвѣтный, неправильный цвѣтокъ анютиныхъ глазокъ сдѣлался крупнымъ, одноцвѣтнымъ, почти чернымъ и почти круглымъ, и вотъ на нашихъ глазахъ, словно какимъ-то волшебствомъ, съ каждымъ годомъ онъ становится крупнѣе, темнѣе, круглѣе. Спрашивается, какимъ же путемъ достигъ человѣкъ этого результата, какъ заставилъ онъ природу способствовать его цѣлямъ, послушно слѣдовать его указаніямъ?

Путь этотъ очень простъ, и человѣкъ давно уже ему слѣдовалъ, не отдавая самъ себѣ въ томъ отчета, но только въ недавнее сравнительно время наука, завладѣвъ тѣми сокровищами знанія, которыя вѣками накопляла практика, выставила въ настоящемъ свѣтѣ простоту и всеобщность употребляемаго приѣма. Путь этотъ слѣдующій. Изъ сѣмянъ, полученныхъ отъ одного растенія, взятыхъ изъ одной коробочки, никогда не выходитъ двухъ абсолютно схожихъ растений, непременно оказываются различія. Если оставить всѣ эти растенія расти и размножаться вмѣстѣ, то различія, вслѣдствіе скрещиванія, легко ступаются и вырабатывается постоянная, средняя, типическая форма. Совершенно иной результатъ получится, если форму, отличающуюся чѣмъ-нибудь отъ остальныхъ, удалить, уединить; тогда въ большей части случаевъ ея особенности передаются ея потомству. Уединяя и въ этомъ потомствѣ тѣ экземпляры, которые представляютъ въ особенно рѣзкой формѣ, привлекающей наше вниманіе, признаковъ, мы съ каждымъ поколѣніемъ усиливаемъ и закрѣпляемъ его. Это приѣмъ такъ называемаго *отбора*.

Въ садоводствѣ этотъ процессъ отбора нерѣдко примѣняется въ самой простой и въ то же время дѣйствительной формѣ: онъ состоитъ въ истребленіи, въ уничтоженіи всѣхъ растений каждаго поколѣнія, не соответствующихъ имѣющимся въ виду цѣлямъ. Повторяя операцію отбора въ каждомъ послѣдую-

щемъ поколѣніи и сохраняя едва уловимыя мельчайшія достоинства, человѣкъ какъ бы лѣпитъ, черта за чертой, новую форму, осуществляетъ заранѣе предначертанный идеаль. Достояно замѣчанія, что, выводя этимъ путемъ всѣ свои усовершенствованныя породы растений и животныхъ, человѣкъ и по отношенію къ себѣ примѣнялъ эти начала отбора, къ сожалѣнію только въ обратномъ смыслѣ. Съ давнихъ поръ онъ имѣетъ обыкновение отбирать лучшихъ въ физическомъ смыслѣ своихъ представителей для того, чтобы обрекать ихъ на болѣе или менѣе вѣрную смерть, и этотъ опытъ человѣчества служитъ доказательствомъ, хотя и отрицательнымъ, успѣшности примѣненія этого начала отбора. Таковъ былъ, напримѣръ, одинъ изъ результатовъ дѣятельности Наполеона I; его безконечныя войны имѣли послѣдствіемъ уменьшеніе средняго роста во Франціи.

Итакъ, въ началѣ отбора человѣкъ имѣетъ могучее средство для улучшенія, для усовершенствованія организмовъ, и простѣйшее примѣненіе этого начала заключается въ истребленіи организмовъ, не соотвѣтствующихъ его цѣлямъ. Запомнимъ этотъ выводъ, такъ какъ онъ послужитъ намъ впослѣдствіи ключомъ для объясненія явленій, совершающихся въ природѣ.

Подводимъ итогъ фактамъ, пріобрѣтеннымъ въ настоящей бесѣдѣ. Въ основѣ органической природы лежитъ законъ, на основаніи котораго клѣточка, способная давать начало такимъ гигантамъ, каковы веллингтоніи и баобабы, считающіе свое существованіе тысячелѣтіями, неспособна, однако, повидимому, къ безпредѣльному размноженію подобнымъ растительнымъ путемъ. Для поддержанія растительныхъ формъ необходимо, чтобы онѣ отъ времени до времени обновлялись посредствомъ процесса сліянія двухъ отдѣльныхъ клѣточекъ. Значеніе, смыслъ, необходимость этого закона существованія двухъ половъ для насъ совершенно темны; это только эмпирическій законъ, основанный на совокупномъ свидѣтельствѣ всѣхъ намъ извѣстныхъ фактовъ *).

*) Достойно замѣчанія, что морскія водоросли представляютъ одинъ любопытный, не имѣющій аналогій во всей остальной органической природѣ, примѣръ полового акта не между двумя, а между тремя клѣточками, такъ что одна изъ нихъ, играющая роль оплодотворяемаго элемента по отношенію

Быть можетъ, мы въ правѣ видѣть въ этомъ законѣ только одно изъ проявленій болѣе общаго закона—закона пользы фізіологическаго раздѣленія труда, выражающагося въ томъ, что отправленія, исполняемыя у простѣйшихъ организмовъ одною клѣткою, по мѣрѣ усложненія организаціи, распределяются между различными клѣтками. Быть можетъ, клѣточка неспособна въ длинномъ рядѣ поколѣній успѣшно воспроизводить себя во всѣхъ своихъ частяхъ, и этотъ трудъ распределяется между двумя клѣточками, изъ которыхъ каждая вырабатываетъ только извѣстную часть будущаго организма и, взятая въ отдѣльности, уже неспособна къ дальнѣйшему развитію. Но въ чемъ заключается различіе между этими двумя клѣточками, какой элементъ развитія вносить съ собою каждая — все это вопросы будущаго. Одно только вытекаетъ изъ фактовъ, что съ усложненіемъ организаціи возрастаютъ внѣшнія различія и степень родства между половыми клѣточками. Повторяю, по отношенію къ вопросу о значеніи половъ мы еще ходимъ во мракѣ, и лучше воздержаться отъ всякаго объясненія, чѣмъ вдаваться въ туманныя, не имѣющія подъ собою фактической почвы, гипотезы.

къ другой, играетъ роль оплодотворяющаго элемента по отношенію къ третьей. Этотъ, хотя совершенно одиноко стоящій, но тѣмъ не менѣе вполнѣ достовѣрный фактъ, а равно и отсутствіе половъ у самыхъ простыхъ организмовъ, долженъ насъ удержать отъ слишкомъ широкихъ обобщеній, отъ метафизическихъ теорій о существованіи какой-то органической полярности и т. п.

IX.

Растеніе и животное.

Въ предшествовавшихъ главахъ мы ознакомились съ тремя отправленіями растительнаго организма: питаніемъ, ростомъ и воспроизведеніемъ, которое съ извѣстной точки зрѣнія можно разсматривать какъ частный случай роста. При поверхностномъ взглядѣ на природу, имѣя въ виду только тѣ формы и тѣ явленія, которыя встрѣчаются на каждомъ шагѣ, мы легко можемъ придти къ заключенію, что этими тремя отправленіями исчерпывается вся жизненная дѣятельность растенія. Эта мысль выразилась въ томъ опредѣленіи растительной жизни, которое сложилось, вѣроятно, съ незапамятныхъ временъ: *растеніе живетъ* (т.-е. растетъ, питается), *но лишено движенія*; иногда еще поясняютъ: *произвольнаго движенія*. Въ этомъ отсутствіи движенія, самодѣтельности, мы видимъ существенную черту, отличающую растеніе отъ животнаго; не даромъ и обратно о человѣкѣ, жизнь котораго ограничивается чисто растительными процессами, мы говоримъ, что онъ прозябаетъ. Но справедливо ли такое общее сужденіе о растеніи? Болѣе широкій взглядъ на растительное царство, болѣе близкое знакомство съ растеніемъ вскорѣ убѣждаютъ насъ въ поспѣшности такого обобщенія; мы съ удивленіемъ открываемъ, что явленія движенія не только не отсутствуютъ, но даже очень распространены въ растительномъ мірѣ.

Прежде всего обратимся за показаніями къ микроскопу. Будемъ наблюдать при его помощи цѣлую, неповрежденную клѣточку въ эпоху ея полнаго развитія и при возможно естественныхъ условіяхъ. Для этого выберемъ волоски, покрываю-

щіе въ видѣ пушка поверхность стеблей и листьевъ или молодыхъ корней и состоящіе изъ одной клѣтки или одного ряда клѣтокъ, или же осторожно вырѣжемъ острою бритвой ломтикъ изъ листа или стебля водяного растенія, напимѣръ, Валиснеріи *), такой тонкій, чтобы онъ былъ прозраченъ, но чтобы при всемъ томъ разсматриваемыя клѣточки не были поранены. Водяныя растенія удобны именно потому, что всѣ наблюденія подъ микроскопомъ производятся въ водѣ, слѣдовательно клѣточка остается въ естественной средѣ. Если всѣ условія соблюдены, температура не слишкомъ низка и клѣточки не повреждены, черезъ нѣсколько минутъ на нашихъ глазахъ обнаружится одно изъ самыхъ любопытныхъ явленій, какое можетъ представить органическій міръ. Сокъ клѣточки, или, вѣрнѣе, та составная часть ея содержамаго, которую мы назвали протоплазмой **) и которая въ видѣ слоя густой жидкости выстилаетъ внутреннюю поверхность стѣнокъ или же въ видѣ струекъ перебрасывается черезъ полость клѣтки, наполненную болѣе жидкимъ сокомъ, эта протоплазма сначала медленно, затѣмъ быстрѣе и быстрѣе начинаетъ двигаться въ каждой клѣткѣ ***). Движеніе это особенно ясно замѣтно въ тѣхъ случаяхъ (какъ у Валиснеріи), гдѣ въ протоплазмѣ плаваютъ ярко-зеленыя зернышки хлорофилла; можно видѣть, какъ эти зернышки, увлекаемые быстрымъ токомъ протоплазмы, несутся вдоль одной продольной стѣнки клѣточки, заворачиваютъ по поперечной стѣнкѣ, спускаются по другой продольной, вновь заворачиваютъ по другой поперечной стѣнкѣ, чтобы вернуться къ точкѣ своего отправленія и затѣмъ вновь и вновь повторять свое круговое странствіе. Это быстрое вращательное движеніе протоплазмы можно наблюдать въ одной и той же клѣточкѣ по цѣлымъ часамъ и даже днямъ. Въ такихъ клѣточкахъ, въ которыхъ протоплазма образуетъ общую сѣть струекъ, движеніе

*) Растеніе, котораго узкіе тесьмовидные листья можно видѣть въ любомъ комнатномъ аквариумѣ, а цвѣты въ періодъ оплодотворенія представляютъ любопытныя явленія, описанныя въ предшествовавшей главѣ, фиг. 68.

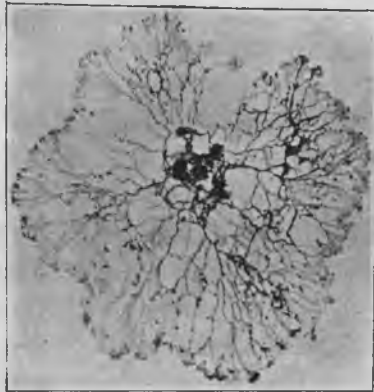
**) См. главу II.

***) Не слѣдуетъ упускать изъ виду, что движеніе это увеличено микроскопомъ, въ дѣйствительности оно очень медленно, обыкновенно не скорѣе минутной стрѣлки обыкновенныхъ карманныхъ часовъ.

не ограничивается круговымъ токомъ вдоль стѣнокъ, а замѣчается и въ тонкихъ струйкахъ, пересекающихъ полость клѣтки: такое движеніе можно замѣтить въ любомъ волоскѣ, въ знакомыхъ намъ волоскахъ Традесканціи (см. фигуру 15), въ жгучихъ волоскахъ крапивы, а также въ клѣточкахъ мякоти плодовъ, какъ, наприм., въ тѣхъ крупныхъ, свободныхъ, видимыхъ простымъ глазомъ клѣточкахъ, изъ которыхъ состоятъ самыя зрѣлыя разсыпчатые части арбуза. Стоитъ взять иглой нѣсколько такихъ клѣточекъ и, положивъ ихъ подъ микроскопъ, въ каждой изъ нихъ увидимъ это любопытное явленіе струйчатого движенія протоплазмы. Такимъ образомъ протоплазма описанныхъ клѣточекъ находится въ постоянномъ движеніи и движеніи притомъ самостоятельномъ, такъ какъ оно не вызывается никакими внѣшними физическими дѣятелими, хотя эти дѣятели, какъ, напримѣръ, теплота, электричество, могутъ измѣнять, т.-е. ускорять или замедлять, или даже вовсе прекращать его. Намъ извѣстно такъ много примѣровъ этого движенія и въ такихъ разнообразныхъ случаяхъ, что становится въ высшей степени вѣроятнымъ, что движеніе свойственно протоплазмѣ всѣхъ клѣточекъ, по крайней мѣрѣ въ извѣстный періодъ ихъ существованія.

Это движеніе протоплазмы иногда обнаруживается въ еще болѣе любопытной формѣ и въ такихъ размѣрахъ, что становится видимымъ даже невооруженному глазу. Есть группа организмовъ до того своеобразныхъ, что долгое время не знали, куда ихъ причислить — къ растеніямъ или къ животнымъ; да и теперь еще нѣкоторые ученые помѣщаютъ ихъ въ особое третье царство не растеній и не животныхъ, но справедливѣе ихъ отнести къ простѣйшимъ растеніямъ и именно къ грибамъ. Они называются *слизистыми* грибами, потому что въ теченіе значительной доли своей жизни представляютъ не что иное, какъ накопленіе протоплазмы безъ всякаго строенія, безъ клѣточныхъ оболочекъ, слѣдовательно имѣютъ видъ слизи, безцвѣтной, буровой или ярко-желтаго цвѣта. Организмы эти появляются на поверхности гниющаго дерева, глѣбующихъ листьевъ и т. д.; особенно хорошо извѣстенъ одинъ подобный организмъ, появляющійся въ кучахъ корья на кожевенныхъ за-

водахъ. Это небольшія массы, напоминающія видомъ густыя сливки или сметану, только желтаго цвѣта, не имѣющія никакой опредѣленной формы, а пронизывающія кучи коры въ видѣ тонкихъ прожилокъ или собирающіяся на поверхности въ видѣ разнообразно вѣтвящихся струекъ или болѣе сплошныхъ скопленій. Стоитъ чѣмъ-нибудь отмѣтить положеніе и запомнить форму этихъ полужидкихъ массъ (такъ называемыхъ плазмодіевъ), чтобы, къ немалому удивленію, увидать, по прошествіи небольшого промежутка времени, что онѣ значительно перемѣстились и измѣнили свое очертаніе. Присматриваясь пристальнѣе къ одному тонкому развѣтвленію плазмодія или, еще лучше, наблюдая его подъ микроскопомъ, мы непосредственно убѣждаемся въ его движеніи. Эти вѣточки или струйки выпускаютъ отъ себя отростки, въ которые переливается протоплазма изъ сосѣднихъ частей: образовавшійся отростокъ вскорѣ всасывается, втягивается обратно въ общую массу, появляется другой, протоплазма приливаетъ къ нему; такимъ образомъ, то стягиваясь, то расплываясь, плазмодій ползетъ во всѣ стороны (фиг. 72



Фиг. 72.

и 73 внизу), но преимущественно по одному какому-нибудь направленію, весь переползаетъ съ мѣста на мѣсто, на значительное разстояніе, выползаетъ на свѣтъ, на поверхность кучи коры, въ которой былъ скрытъ, всползаетъ вверхъ на встрѣчающіеся предметы, наприм., на подставленную ему бумагу или стекло, — словомъ, странствуетъ до тѣхъ поръ, пока не наступитъ для него періодъ размноженія. Тогда онъ превращается въ неопредѣленной формы лепешки, величиной иногда въ цѣлую ладонь. Эти лепешки снабжены очень хрупкою, легко проламывающеюся коркой, подъ которой оказывается тончайшая пыль, напоминающая пыль, которая подымается изъ-подъ ногъ, когда раздавишь зрѣлый дождевикъ. Пыль эта въ обоихъ случаяхъ

состоить, главнымъ образомъ, изъ мельчайшихъ клѣточекъ, служащихъ для размноженія этихъ грибовъ, — это ихъ *споры*. Споры нашего слизистаго гриба, прорастая, сбрасываютъ оболочку и вскорѣ превращаются въ микроскопическія массы, постоянно мѣняющіяся въ своей формѣ, — въ комочки протоплазмы (фиг. 73), которые представляютъ въ малыхъ размѣрахъ то же ползучее переливчатое движеніе, которое только что описано у цѣлыхъ плазмодіевъ, что и понятно, такъ какъ сами плазмодіи, т.-е. замѣтныя для невооруженнаго глаза скученія протоплазмы, образуются черезъ сліяніе громаднаго числа микроскопически малыхъ комочковъ, происшедшихъ изъ споръ (фиг. 73).

Мы видимъ слѣдовательно, что протоплазмѣ, этой основѣ всякой клѣточки, растительной или животной, присуще своеобразное, пока еще недостаточно объясненное, движеніе и притомъ независимое отъ того, будетъ ли она заключена въ оболочку или будетъ совершенно свободна, какъ въ плазмодіяхъ слизистыхъ грибовъ*).

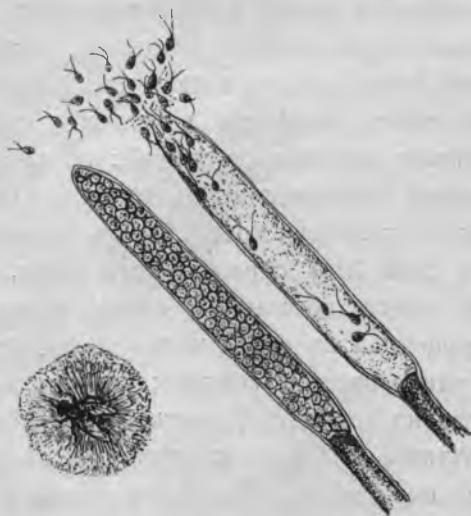


Фиг. 73.

Описанными случаями не исчерпываются явленія движенія, проявляемыя растительною клѣточкой. Мы до сихъ поръ познакомились съ однимъ родомъ движенія, текучимъ движеніемъ безформенныхъ массъ; познакомимся теперь съ быстрыми поступательными движеніями цѣлыхъ клѣточекъ. Споровыя растенія представляютъ намъ безчисленные примѣры подобнаго

*) Существуетъ вполнѣ удовлетворительная попытка физическаго объясненія этихъ движеній. Мы, къ сожалѣнію, не можемъ остановиться на ней, такъ какъ для этого потребовалось бы длинное отступленіе въ область физики; скажемъ только, что, смѣшивая двѣ жидкости, можно получить подъ микроскопомъ совершенно такія же формы и движенія.

явленія. Выберемъ на удачу нѣсколько примѣровъ, останавливаясь преимущественно на растеніяхъ, попадающихся на каждомъ шагѣ. Подберемъ, на примѣръ, мертвую муху и бросимъ ее въ стаканъ съ водой. Не пройдетъ двухъ-трехъ дней, какъ мы замѣтимъ тончайшій бѣлый пушокъ, образующій какъ бы сѣаніе вокругъ всего тѣла мухи (фиг. 74). Это плѣсень, т.-е. микроскопическій грибокъ. Разсматривая подъ микроскопомъ лучисто расположенныя вѣточки его, мы на концахъ многихъ изъ нихъ замѣчаемъ продолговатые мѣшечки, наполненные безцвѣтными крупинками (74). Если оставить въ каплѣ воды подъ микроскопомъ нѣсколько подобныхъ мѣшечковъ и отъ времени до времени заглядывать въ микроскопъ, то, почти навѣрно, уловимъ моментъ, когда одинъ изъ нихъ, у насъ на глазахъ, лопнетъ при своей верхушкѣ и выпуститъ наружу находящіяся въ немъ крупинки. Крупинки эти столпятся у отверстія; тогда можно замѣтить, что на переднемъ пріостренномъ концѣ у каждой



Фиг. 74.

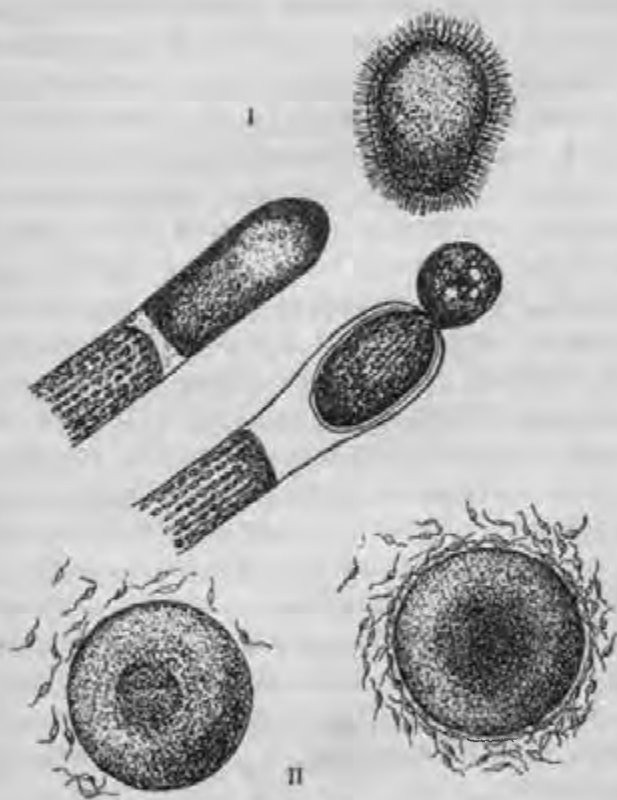
находятся двѣ рѣснички. Но пройдетъ нѣсколько мгновеній и вся кучка дрогнетъ, сначала нѣкоторыя, а затѣмъ одна за другой, и всѣ крупинки закопошатся, закрутятся и разбѣгутся во всѣ стороны, потрясая своими рѣсничками, которые теперь уже трудно замѣтить, и долго еще потомъ онѣ суетятся, пробѣгаютъ черезъ все поле микроскопа, сталкиваются, толкутся о встрѣчные предметы или, отскакивая отъ нихъ, уносятся въ другомъ направленіи.

Движеніе это невозможно отличить отъ движенія инфузорій; оно до того противорѣчитъ ходячимъ понятіямъ о неподвиж-

ности растенія, что первые наблюдатели подобныхъ явленій отказывались вѣрить своимъ глазамъ, что это тѣла растительнаго происхожденія, и полагали, что это животныя, развившіяся въ растеніи. Эти подвижныя клѣточки по прошествіи нѣкотораго времени останавливаются, прорастаютъ и даютъ начало новому организму,—это, слѣдовательно, споры. Для того, чтобы напомнить ихъ сходство съ животными, ихъ такъ и называютъ — *зооспорами*, т.-е. животное-спорами, или, лучше, подвижными, блуждающими спорами. Познакомимся еще съ однимъ примѣромъ *зооспоръ* изъ другого класса растений—изъ класса водорослей. На подводныхъ предметахъ, въ прудахъ, рѣчкахъ и канавахъ, а иногда и на поверхности очень сырой почвы попадаетъ ярко-зеленая водоросль, состоящая изъ одной трубчатой, очень сильно вѣтвящейся клѣточки. Если лѣтомъ оставить такую водоросль въ стаканѣ съ водой, то каждое утро замѣтимъ любопытное явленіе: на поверхности воды, на краю стакана, обращенномъ къ окну, къ свѣту, появится узкая ярко-зеленая полоска. Если стаканъ повернуть такъ, чтобы зеленый край былъ обращенъ отъ свѣта, то замѣтимъ, что зеленая полоска исчезаетъ и вскорѣ появляется снова со стороны, обращенной къ свѣту; можно повторять опытъ нѣсколько разъ съ одинаковымъ успѣхомъ; ясно, что это зеленое вещество способно двигаться и движется по направленію къ свѣту. Посмотримъ, изъ чего же состоитъ это зеленое вещество и откуда оно взялось. Положивъ каплю воды съ этимъ зеленымъ веществомъ подъ микроскопъ, увидимъ, что она кишитъ, снующими по всѣмъ направленіямъ, зелеными клѣточками (фигура 75, I, верхняя). Клѣточки эти лишены оболочки, онѣ состоятъ изъ комка протоплазмы, усѣяннаго на всей поверхности мерцающими рѣсничками. Обратимся теперь къ самой водоросли и посмотримъ, какое отношеніе имѣетъ она къ этимъ движущимся зеленымъ клѣточкамъ. На концахъ ея зеленыхъ трубочекъ мы замѣтимъ булавовидныя вздутія, наполненныя болѣе темною и густою зеленою массой (фиг. 75, I). Если будемъ слѣдить нѣсколько времени за такимъ вздутіемъ (нужно только наблюдать рано утромъ, такъ какъ позднѣе, днемъ, этого явленія уже не происходитъ), то увидимъ, что зеленая масса

собирается въ округлый или, вѣрнѣе, эллиптическій комокъ, выползаетъ изъ раскрывающагося на вершинѣ мѣшечка и начинается двигаться (75, I). Это, слѣдовательно, крупная зооспора, образовавшаяся изъ протоплазмы нашей водоросли.

Движенія, которыя намъ представляютъ споровыя растенія, не ограничиваются зооспорами. Въ предшествовавшей главѣ мы видѣли, что у этихъ растеній встрѣчается ясное различіе



Фиг. 75.

половъ, но для примѣра, ради простоты, мы нарочно выбрали такіе случаи, въ которыхъ и мужскія, и женскія клѣточки неподвижны и приходятъ въ соприкосновеніе посредствомъ срастанія. Но въ громадномъ большинствѣ случаевъ мужская клѣточка обладаетъ подвижностью и, такимъ образомъ, проникаетъ до женской, заключенной въ особомъ органѣ. Въ сравнительно

рѣдкихъ случаяхъ и мужская, и женская клѣточки подвижны, подобно описаннымъ зооспорамъ: при своихъ движеніяхъ онѣ сталкиваются, слипаются и, наконецъ, сливаются въ одну общую массу, въ одну клѣточку, въ спору. Вообще же у водорослей, мховъ, у папоротниковъ, хвощей и плауновъ подвижность свойственна только мужской клѣточкѣ, которая притомъ принимаетъ своеобразную форму, чаще всего форму спирально закрученнаго волоска или змѣйки, снабженной иногда рѣсничками. Эти такъ называемые *живчики* или *антерозоиды* одарены двойнымъ движеніемъ: они быстро подвигаются въ поступательномъ направленіи и въ то же время вращаются вокругъ своей оси. Такимъ образомъ оплодотвореніе, обеспеченное у сѣменныхъ растений сложными приспособленіями, способствующими перенесенію неподвижной цвѣточной пыли на рыльце, здѣсь достигается подвижностью самихъ клѣточекъ, живчиковъ *). Увидать живчиковъ всего легче у мховъ. Если весной сорвать стебелекъ такъ называемаго кукушкина льна, т.-е. того крупнаго мха, который образуетъ круглыя, мягкія какъ подушки, зеленыя кочки въ нашихъ лѣсахъ и болотахъ, и подавить невзрачныя буроватыя шишечки, которыя въ это время можно замѣтить на концѣ многихъ стебельковъ, то замѣтимъ небольшія бѣловатыя капли; въ каждой такой каплѣ кишать миллионы живчиковъ. На прилагаемомъ рисункѣ (фигура 75, II) изображено оплодотвореніе женской клѣточки одной морской водоросли, встрѣчающейся и въ Балтійскомъ морѣ, такъ называемаго *фукуса*. Эта клѣточка сама по себѣ неподвижна, но вокругъ нея кишать живчики, которые нерѣдко облѣпляютъ ее сплошнымъ слоемъ и тогда увлекаютъ ее въ своемъ движеніи.

Итакъ, растительный міръ, наблюдаемый въ микроскопъ, оказывается полонъ движенія: движется протоплазма въ безчисленныхъ, хрустящихъ у насъ на зубахъ, клѣточкахъ арбуза; движутся мириады зооспоръ, кишачія въ каждой зацвѣтшей лужѣ; движутся въ капляхъ ночной росы живчики мховъ

*) Какъ было замѣчено въ предшествующей бесѣдѣ въ цвѣтневыхъ трубкахъ нѣкоторыхъ растений найдены живчики; важное значеніе этого факта мы будемъ въ состояніи оцѣнить въ слѣдующей бесѣдѣ.

и папоротниковъ, пролагающіе себѣ путь къ женской клѣткѣ, чтобы оплодотворить ее. Но не встрѣчаемъ ли мы явленій движенія и въ болѣе замѣтной формѣ, въ тѣхъ органахъ и у тѣхъ растений, которые мы можемъ наблюдать невооруженнымъ глазомъ и которые невольно представляются уму, когда мы произносимъ слово «растеніе»? Не трудно убѣдиться въ существованіи и подобныхъ явленій, хотя они болѣе рѣдки, чѣмъ явленія первой категоріи. Они особенно ясно выступаютъ въ растеніяхъ, обитающихъ теплыя страны или наши теплицы, и это понятно, — всякаго рода движенія растений ускоряются съ повышеніемъ температуры: такъ, напримѣръ, движеніе протоплазмы можно по произволу ускорять или останавливать, подвергая наблюдаемыя клѣтки нагрѣванію или охлажденію.

Говоря о движеніяхъ органовъ высшихъ растений, должно ясно различать двоякаго рода движенія: одни медленные, постепенныя, которыя, подобно росту, мы замѣчаемъ только по ихъ послѣдствіямъ и которыя обыкновенно зависятъ отъ вліянія измѣняющихся внѣшнихъ условій, и другія быстрыя, порывистыя, какъ движенія животныхъ, вызываемыя, какъ эти послѣднія, внѣшнимъ раздраженіемъ или происходящія безъ всякаго раздраженія, повидимому самопроизвольно.

Къ первой категоріи относятся явленія такъ называемаго *сна* растений, то-есть тѣ измѣненія въ положеніи листьевъ и частей цвѣтка въ различные часы дня и ночи, которыя въ большей или меньшей степени обнаруживаются почти у всѣхъ растений, но у нѣкоторыхъ проявляются въ особенно рѣзкой формѣ. Если вы взглянете на поле, засѣянное краснымъ или пурпуровымъ клеверомъ, днемъ и вечеромъ, въ сумерки, то замѣтите, что оно представитъ совершенно различный видъ; днемъ его поверхность будетъ гораздо ровнѣе, потому что тройчатые листочки лежатъ почти горизонтально и всею своею обращенною къ небу поверхностью улавливаютъ падающій на растеніе свѣтъ; напротивъ, въ сумерки вся поверхность поля представляется какъ бы взъерошенной, и, присматриваясь къ отдѣльнымъ листочкамъ, мы видимъ, что всѣ три лопасти листа

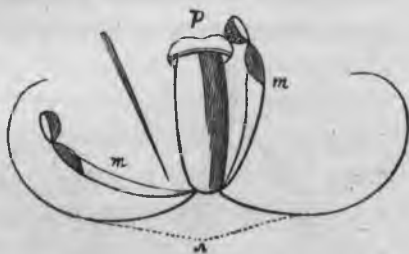
приподняты кверху и обращаютъ къ небу уже не плоскость, а ребра; двѣ боковыя лопасти прижаты одна къ другой, а третья къ ихъ ребру. Листья другихъ растений при ночномъ положеніи опускаютъ свои пластинки, и тогда можно, пожалуй, подумать, что они поникли, какъ у завядающихъ растений; здѣсь же они, напротивъ, приподняты, слѣдовательно ясно, что мы имѣемъ дѣло съ совершенно особымъ механическимъ явленіемъ.

Въ еще болѣе рѣзкой формѣ обнаруживается явленіе сна въ органахъ цвѣточныхъ. Такъ, напримѣръ, рано утромъ или подѣ вечеръ мы не замѣчаемъ тѣхъ желтыхъ головокъ одуванчика, которыя такъ пестрятъ днемъ наши садовыя лужайки. Это зависитъ отъ того, что головки эти открываются днемъ подѣ вліяніемъ свѣта: въ очень пасмурную погоду онѣ и днемъ могутъ оставаться закрытыми. Другіе цвѣты, напротивъ, закрываются днемъ; таково, напримѣръ, очень обыкновенное у насъ растение *Козлобородникъ*, съ похожими на одуванчикъ, но болѣе крупными желтыми цвѣточными головками; онѣ открываются рано утромъ, а часамъ къ 10 — 11 уже вновь закрываются. Эти явленія очень занимали ботаниковъ въ прошломъ столѣтіи; предлагали даже составить такъ называемые *часы флоры*, т.-е. опредѣлять время дня по раскрыванію и закрыванію различныхъ цвѣтовъ. Не трудно убѣдиться, что явленія эти зависятъ отъ дѣйствія свѣта и теплоты. Особенно удобны для этого цвѣты такъ называемаго крокуса, которые весной въ такомъ изобиліи можно видѣть въ цвѣтникахъ и въ комнатахъ. Его крупные цвѣты открываются днемъ, закрываются ночью, но то же самое явленіе можно вызвать попеременно, затемняя или освѣщая ихъ или перенося изъ теплаго помѣщенія въ холодное и обратно. Перемена температуры въ 5—10 градусовъ заставляеть ихъ открываться и закрываться чрезъ нѣсколько минутъ. Объяснить всѣ подобнаго рода явленія мы можемъ неравномѣрнымъ ростомъ или напряженіемъ тканей верхней и нижней или наружной и внутренней части движущагося органа. Мы видѣли, напримѣръ, что свѣтъ задерживаетъ ростъ, слѣдовательно подѣ его вліяніемъ наружныя части будутъ задержаны въ ростѣ, внутреннія ихъ обгонять и бу-

дуть стремиться выгнуть наружу, цвѣтокъ раскроется; но теперь большому освѣщенію будутъ подвергаться эти внутреннія (или верхнія) части; наружныя (или нижнія), затѣнные въ свою очередь, опережать ихъ въ ростѣ, цвѣтокъ закроется. Сходныя съ этими разсужденія можно примѣнить и къ вліянію колебаній температуры.

Такова сущность этихъ явленій; въ конечномъ результатѣ они могутъ быть сведены къ неравномѣрному росту, и дѣйствительно, они обыкновенно наблюдаются въ органахъ, еще не завершившихъ своего роста *). Не таковы движенія другой категоріи, которыя происходятъ быстро, почти моменталь-

но вслѣдъ за вызвавшимъ его раздраженіемъ или даже безъ всякаго внѣшняго толчка, по-видимому, самопроизвольно. По-знакомимся съ нѣсколькими примѣрами подобныхъ явленій. Начнемъ съ самаго обыкновеннаго случая, наблюдаемаго у растенія всѣмъ знакомаго, у барбариса. Въ срединѣ желтыхъ,



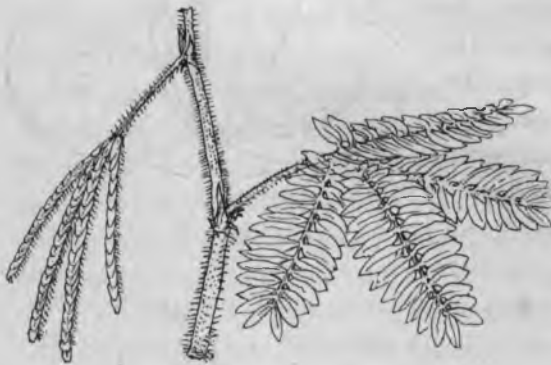
Фиг. 76.

нѣсколько напоминающихъ маленькія розы, цвѣтковь этого растенія помѣщается пестикъ съ сидячимъ рыльцемъ (*p*, фигура 76) **), окруженный шестью тычинками. Тычинки въ спокойномъ состояніи имѣютъ положеніе, какъ показано при *m*. Но стоить только прикоснуться иглой къ основанію нити (какъ это показано на фигурѣ), и тычинка мгновенно приходитъ въ движеніе и принимаетъ положеніе *m'*, то-есть прикладывается пыльникомъ къ рыльцу. Въ такомъ положеніи она

*) Пѣкоторые случаи этихъ явленій, впрочемъ, болѣе сходны съ явленіями слѣдующей категоріи, т.-е. зависятъ отъ присутствія особой ткани, въ которой измѣняется содержаніе воды, а слѣдовательно и напряженіе клѣточекъ. Въ этихъ случаяхъ, понятно, явленіе наблюдается и на вполне выросшихъ растеніяхъ. Таковы, наприм., явленія сна листьевъ.

**) Фигура 76 изображаетъ схематическій разрѣзъ цвѣтка барбариса: *л* обозначаетъ положеніе лепестковъ, *m* и *m'* — тычинки, *p* — пестикъ съ сидячимъ рыльцемъ.

остаётся нѣсколько времени, но потомъ мало-по-малу возвращается въ нормальное положеніе для того, чтобы при малѣйшемъ раздраженіи вновь приложиться къ рыльцу. Движеніе при раздраженіи, хотя въ нѣсколько иной формѣ, свойственно также тычинкамъ василька, чертополоха, артишока и другихъ растений. Описанныя движенія касаются если не микроскопическихъ, то все же довольно мелкихъ органовъ, и потому не производятъ такого поражающаго впечатлѣнія, какъ движеніе раздражительныхъ листьевъ разводимой въ оранжереяхъ недо-троги—мимозы. Нужно видѣть озадаченный видъ человѣка, ничего не слыхавшаго объ этомъ растеніи, когда онъ увидитъ въ первый разъ, какъ при малѣйшемъ раздраженіи оно начинаеть складывать и опускать свои листья, чтобы вполне по-



Фиг. 77.

нять, какъ глубоко коренится въ насъ, основанное на ежедневно-мъ опытѣ, убѣжденіе, что растенію не свойственно движеніе. Въ спокойномъ состояніи листь мимозы имѣетъ видъ, показанный на фигурѣ 77 вправо. Это—такъ называемый слож-

ный листь; его главный черешокъ несетъ четыре вѣteroобразно растопыренные черешка, изъ которыхъ каждый въ свою очередь несетъ значительное число попарно расположенныхъ листочковъ. Стоить только прикоснуться къ такому листу или какъ-нибудь иначе раздражить его, и въ немъ немедленно обнаружится движеніе. Листочки начнутъ попарно приподыматься и складываться, какъ крылья спокойно сидящей бабочки; растопыренные четыре черешка сомкнутся и, наконецъ, главный черешокъ поникнетъ, упадетъ какъ подсѣченный; весь листь получаетъ видъ, изображенный на фиг. 77 слѣва. Чѣмъ выше окружающая температура, тѣмъ быстрѣе совершается это движеніе. По минованіи раздраженія, листь мало-по-малу

принимаетъ прежнее положеніе, но при новомъ раздраженіи повторяются тѣ же явленія.

Здѣсь мы уже, очевидно, имѣемъ предъ собою стремительное движеніе, вызываемое внѣшнимъ импульсомъ и поразительно напоминающее движеніе животнаго, старающагося уклониться отъ безпокоящаго его внѣшняго прикосновенія. Можемъ ли мы дать какое-нибудь объясненіе этому явленію? И да, и нѣтъ. Мы въ состояніи указать на ближайшій механизмъ движенія, но мы пока еще не въ состояніи объяснить сущность возбужденія, вызываемаго раздраженіемъ и въ свою очередь вызывающаго движеніе. Движеніе это совершается въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ листочки примыкаютъ къ черешкамъ, гдѣ черешки примыкаютъ къ общему черешку и, наконецъ, гдѣ этотъ послѣдній примыкаетъ къ стеблю. Во всѣхъ этихъ мѣстахъ, такъ называемыхъ сочлененіяхъ, находятся особыя утолщенія или подушечки. Эти подушечки образованы тканью очень сочною; клѣточки ея переполнены соками, и вслѣдствіе этого части эти находятся въ напряженномъ состояніи. Въ моментъ раздраженія онѣ вдругъ теряютъ эту напряженность или даже обнаруживаютъ ее въ обратномъ направленіи. Такъ, напримѣръ, напряженіе ткани нижней половины подушечки, образующей основаніе главнаго черешка, поддерживаетъ его въ горизонтальномъ или даже въ нѣсколько приподнятомъ положеніи (какъ на фигурѣ вправо). Но въ моментъ раздраженія эта половина подушечки утрачиваетъ свою напряженность, дѣлается вялою, неупругою; она не въ состояніи уже поддерживать черешка, и онъ падаетъ или, даже вѣрнѣе, пригибается книзу сохранившею свою упругость верхнею половиною подушечки. Такимъ образомъ верхняя и нижняя половинки подушечки находятся въ постоянномъ антагонизмѣ. Въ спокойномъ состояніи напряженіе нижней половины беретъ верхъ,—черешокъ приподымается; въ моментъ раздраженія, когда напряженіе нижней половины утрачивается, перевѣсъ оказывается на сторонѣ верхней половины, и она пригибаетъ листъ внизъ. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ отдѣльные листочки прикрѣпляются къ черешкамъ, происходитъ обратное явленіе: верхняя часть подушки (представляющаяся здѣсь въ видѣ бѣловатаго бугорка,

величиной съ просяное зерно) всегда болѣе напряжена, чѣмъ нижняя, вслѣдствіе этого листа оттопырены горизонтально или даже слегка пригнуты внизъ, но въ моментъ раздраженія эта верхняя половина утрачиваетъ свое напряженіе, листочки, остающіеся только подъ вліяніемъ напряженной нижней половины, приподнимаются и попарно прижимаются другъ къ другу. Итакъ, причина движенія заключается въ быстрой, почти мгновенной утратѣ напряженія въ ткани одной изъ половинокъ подушечки: изъ упругой она вдругъ дѣлается вялою, вслѣдствіе чего нарушается равновѣсіе между двумя половинами органа, находящимися въ антагонизмѣ, и часть листа движется въ соотвѣтствующемъ направленіи. Но какъ объяснить себѣ эту внезапно наступающую вялость, эту утрату напряженія? Микроскопъ обнаруживаетъ, что ткань, обладающая этою странною способностью утрачивать свое напряженіе, состоитъ изъ клѣточекъ со стѣнками болѣе тонкими, чѣмъ стѣнки клѣточекъ той части органа, которая находится съ ней въ антагонизмѣ, и притомъ клѣточки этой раздражительной ткани чередуются съ промежутками, наполненными воздухомъ. Въ моментъ раздраженія промежутки эти наполняются жидкостью, въ чемъ весьма легко убѣдиться. Стоить только не спускать глазъ съ утолщенной подушечки при основаніи черешка, и мы увидимъ, какъ въ самый моментъ движенія, словно какая-то тѣнь пробѣжитъ по этому мѣсту; оно сдѣлается вдругъ замѣтно темнѣе. То же самое, и еще рѣзче, обнаруживается, если осторожно вдругъ схватить обѣими руками нѣсколько паръ листочковъ, такъ, чтобы раздражить ихъ, но не дать имъ захлопнуться тогда мы замѣтимъ, что утолщенные подушечки, которыя мы только что сравнили съ просянымъ зерномъ, лежація у основанія каждаго листочка, измѣнятся въ цвѣтъ, изъ матово-бѣлыхъ сдѣлаются прозрачно-зеленоватыми. Какъ только мы отнестимъ пальцы, листочки захлопнутся. Отъ чего же происходитъ это мгновенное измѣненіе цвѣта? Отъ той же причины, по которой на бѣлой поверхности снѣга, пропускной бумаги или матоваго стекла появляется темное пятно, когда мы плеснемъ на нихъ водой. Близна во всѣхъ этихъ случаяхъ зависитъ отъ отраженія свѣта безчисленными мел-

кими, граничащими съ воздухомъ, поверхностями, но какъ только воздухъ замѣнится водой, такого отраженія уже не происходитъ, тѣла становятся болѣе прозрачными и потому менѣе свѣтлыми. Впрочемъ, прямой опытъ подтверждаетъ справедливость такого объясненія: стоитъ сдѣлать легкій надрѣзь на нижней сторонѣ подушечки главнаго черешка, и мы замѣтимъ что въ моментъ движенія изъ надрѣза выступитъ капля. Если сдѣлать такой же надрѣзь на листѣ, уже поникшемъ вслѣдствіе раздраженія, то капля воды не выступитъ. Эта вода, выжимаемая изъ клѣточекъ и занимающая межклѣточные пространства ткани, со временемъ всасывается или испаряется, клѣточки вновь переполняются водой, ткань вновь становится напряженною, впредь до перваго раздраженія.

Итакъ, въ конечномъ анализѣ, причина занимающаго насъ явленія сводится къ быстрому выталкиванію воды изъ переполненныхъ ею тонкостѣнныхъ клѣточекъ раздражительной ткани, вслѣдствіе чего ткань эта такъ же быстро утрачиваетъ свое напряженіе. Но почему же раздраженіе имѣетъ слѣдствіемъ выталкиваніе воды и какая сила заставляетъ клѣточки переполняться водой? На этотъ вопросъ пока еще мы не въ состояніи дать отвѣта, но весьма возможно, какъ увидимъ далѣе, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ явленіями электрическими.

Переходимъ къ другому примѣру. Въ болотахъ Сѣверной Америки въ концѣ прошлаго столѣтія найдено растеніе, представляющее явленіе движенія въ еще болѣе поразительной формѣ. Это такъ называемая мухоловка (фиг. 78). Верхняя часть листа имѣетъ форму и исполняетъ роль капкана. Стобитъ прикоснуться чѣмъ - нибудь къ тѣмъ волоскамъ, которые торчатъ на его поверхности, стѣбитъ какому-нибудь насѣкомому забрестъ или неосторожно опуститься на такой листъ, и обѣ половинки капкана почти мгновенно захлопываются и уже не выпускаютъ своей жертвы. Чѣмъ болѣе беспокоится пойманное животное, тѣмъ крѣпче сжимаются стѣнки его тюрьмы. Исходъ этой борьбы между растеніемъ и животнымъ всегда одинъ — смерть животного.

Въ мимозѣ, и особенно въ мухоловкѣ, мы видимъ примѣры

растений, способныхъ обнаруживать движенія при самомъ незначительномъ внѣшнемъ раздраженіи; но вотъ еще растеніе, въ которомъ движенія совершаются помимо всякаго внѣшняго раздраженія. Это *десмодиумъ* или *гедизарумъ*,—растеніе родомъ изъ Остѣ-Индіи и принадлежащее къ такъ называемымъ мотыльковымъ, слѣдовательно сродни нашему гороху, клеверу и

друг. Представимъ себѣ, что изъ трехъ листочковъ, составляющихъ тройчатый листъ клевера, одинъ верхушечный очень вытянулся въ длину, а два боковыхъ очень плохо развились, такъ что они гораздо мельче третьяго,—таковъ будетъ листъ десмодиума, изображенный на фиг. 79. Остановимся въ жаркій, ясный день противъ этого растенія, нерѣдкаго въ нашихъ



Фиг. 78.



Фиг. 79.

теплицахъ. Не простоимъ мы и минуты, какъ уже замѣтимъ то тамъ, то сямъ, между его листьями, какъ бы легкое вздрагиваніе. Сосредоточиваемъ свое вниманіе на первомъ любомъ листочкѣ, который привлекъ наше вниманіе этимъ неожиданнымъ движеніемъ, и немедленно убѣждаемся въ дѣйствительности одного изъ самыхъ поразительныхъ явленій, предста-

вляемых растительнымъ міромъ. Положимъ, первоначально оба маленькіе листочка имѣли горизонтальное положеніе; вдругъ одинъ изъ нихъ быстрымъ движеніемъ, какъ бы скачкомъ, измѣняетъ его, онъ уже не горизонталенъ, а образуетъ значительный уголъ съ горизонтомъ; еще и еще порывистое движеніе — и вотъ онъ приподнялся и стоитъ вертикально. Между тѣмъ противоположный листочекъ такимъ же рядомъ порывистыхъ движеній, какъ бы внутреннихъ толчковъ, опустился внизъ. Затѣмъ роли ихъ мѣняются: поднявшійся вверхъ такимъ же образомъ начинаетъ опускаться, а опустившійся — подниматься. Это движеніе длится неизмѣнно, точно подъ вліяніемъ какой-то внутренней пульсаціи, пока растенію достаточно свѣтло и тепло; понизится температура, — промежутки между каждымъ движеніемъ станутъ длиннѣе и, наконецъ, движеніе уже не будетъ порывистое, а медленное, непрерывное, такъ что, только обращая вниманіе на взаимное положеніе листочковъ, можно замѣтить, что оно постоянно измѣняется. Наконецъ, если температура понизится примѣрно до 20° Ц., движеніе вовсе прекратится, растеніе окоченѣтъ; но стоитъ его пригрѣть, и оно снова пойдетъ махать своими маленькими листочками.

При изученіи всѣхъ этихъ явленій движенія невольно представляется вопросъ: какое же значеніе имѣютъ они для растенія? Очевидно, что значеніе, чуть не въ каждомъ случаѣ, будетъ различное. Движеніе споръ и живчиковъ, движеніе тычинокъ барбариса и т. д. понятно: оно необходимо или только полезно для оплодотворенія и расселенія растеній. Сонъ цвѣтовъ, т.-е. смыканіе ихъ покрововъ на ночь, вѣроятно сохраняетъ ихъ отъ вреднаго ночного охлажденія; въ такомъ же смыслѣ, вѣроятно, вліетъ и сонъ листьевъ. Складываясь или обращаясь вверхъ ребромъ, листья въ положеніи сна представляютъ сравнительно малую поверхность излученія и такимъ образомъ избѣгаютъ излишняго охлажденія, становятся менѣе подвержены такъ называемымъ утренникамъ, при которыхъ нерѣдко случается, что растенія замерзаютъ (именно вслѣдствіе лучеиспусканія), несмотря на то, что термометръ еще не опускался до 0°. Польза отъ движеній листа мухо-

ловки очевидна,—они выражаются самымъ названіемъ, такъ какъ мы увидимъ далѣе, что это растеніе и еще многія другія дѣйствительно питаются пойманными насѣкомыми. Польза движеній раздражительныхъ листьевъ мимозы менѣе понятна, да, кажется, никто и не задавался вопросомъ разъяснить себѣ эту пользу. Въ этомъ отношеніи можно предложить развѣ только болѣе или менѣе вѣроятныя догадки. Кому случалось видать дѣйствія сильныхъ ливней и града, тотъ, конечно, видалъ, какъ иногда они обиваютъ листву на нашихъ деревьяхъ. Тѣмъ болѣе должны были бы страдать такіе нѣжные органы, какъ листья мимозы, отъ тропическихъ грозъ, если бы первыя же выпавшія капли не заставили ихъ собирать свои растопыренные листочки и прижимать ихъ къ стеблю. Такимъ образомъ эти листья поступаютъ подобно тростнику въ баснѣ, сносящему бури, которыя сражаютъ дубъ. Повторяю, это только догадка, справедливость которой можно провѣрить лишь наблюденіемъ на мѣстѣ произрастанія этихъ любопытныхъ растений. Еще труднѣе объяснить себѣ значеніе постояннаго движенія листочковъ десмодиума; развѣ допустить, что этимъ они отпугиваютъ вредныхъ насѣкомыхъ, которыя польстились бы на ихъ лакомую, сочную листву? *) Въ такомъ случаѣ оказалось бы, что своею способностью къ движенію растеніе воспользовалось для двухъ совершенно противоположныхъ цѣлей: или для того, чтобы отдѣлываться отъ враговъ, или для того, чтобы ловить и пожирать ихъ.

Оставимъ пока въ сторонѣ эти догадки **) и займемся вопросомъ: въ правѣ ли мы видѣть въ описанныхъ движеніяхъ растений явленія, сходныя съ движеніемъ животныхъ, или между этими двумя категоріями явленій можно установить

*) То же объясненіе быть можетъ справедливо и для мимозъ; по крайней мѣрѣ, мнѣ случалось наблюдать, что мимозы въ нашихъ теплицахъ, прежде чѣмъ успѣютъ пожелтѣть, погибаютъ отъ какихъ-то бѣлыхъ вшей, поселяющихся при самыхъ сочлененіяхъ листа, что возможно, конечно, только тогда, когда листъ утратилъ раздражительность. Ткань сочлененій должна служить особенною приманкою для насѣкомыхъ, такъ какъ она богата сахаристыми веществами.

**) Всѣ эти объясненія, которыя я высказывалъ какъ догадки, подтверждены позднѣйшими изслѣдованіями и приняты почти всеми ботаниками.

какое-нибудь существенное различіе? Что касается до движенія протоплазмы, то оно не представляет рѣшительно никакого различія въ обоихъ царствахъ природы. То же можно сказать и относительно движенія зооспоръ и живчиковъ: и здѣсь между движеніемъ организмовъ растительныхъ и животныхъ нельзя указать никакой разницы — доказательство, что первые наблюдатели отказывались вѣрить своимъ глазамъ и принимали подвижные органы растений за животныхъ.

Иначе представляется дѣло, когда мы сравниваемъ движенія высшихъ растений и животныхъ. Во всякомъ случаѣ въ растеніи мы не встрѣчаемъ той, специально служащей для движенія, ткани, не встрѣчаемъ способнаго къ сокращенію мышечнаго волокна. Но едва ли на этомъ различіи въ строеніи можно основывать коренное различіе въ самыхъ явленіяхъ. Сличеніе ближайшихъ условій, опредѣляющихъ и сопровождающихъ движенія высшихъ растений и животныхъ, скорѣе указываетъ на сходство, чѣмъ на различіе этихъ явленій. Мы знаемъ, напримѣръ, что у животныхъ процессъ движенія тѣсно связанъ съ дыханіемъ: сокращающійся мускулъ поглощаетъ болѣе кислорода, выдѣляетъ болѣе углекислоты, чѣмъ мускулъ покоящійся, и въ этомъ окислительномъ процессѣ мы должны вѣроятно видѣть главный источникъ той энергіи, которая затрачивается при мускульной дѣятельности. Представляетъ ли намъ растеніе явленія сходныя съ дыханіемъ животныхъ? Мы уже неоднократно имѣли случай въ томъ убѣдиться. При прорастаніи сѣмянъ, при развитіи почекъ, особенно во время цвѣтенія, растительные органы жадно поглощаютъ кислородъ, выдѣляютъ углекислоту, при чемъ температура ихъ замѣтно повышается. И въ теченіе всей своей жизни всѣ части растенія представляютъ это явленіе, но только зеленныя части при дѣйствіи свѣта гораздо энергичнѣе разлагаютъ углекислоту, выдѣляютъ кислородъ, такъ что этотъ процессъ скрывается, маскируетъ одновременно совершающееся дыханіе *). Но находится ли это дыханіе въ связи съ движеніемъ? Опытъ показываетъ, что находится, хотя природа этой связи еще

*) См. 5-ю бесѣду.

для насъ не ясна. Если мы прекратимъ доступъ кислорода къ растенію, то съ этимъ прекратятся и всѣ явленія движенія,—протоплазма перестанетъ двигаться, тычинки барбариса, листья мимозы утратятъ свою раздражительность, и только болѣе или менѣе долгое пребываніе въ атмосферѣ, содержащей кислородъ, вновь вызоветъ эти явленія. Слѣдовательно, движенія растений и движенія животныхъ находятся въ связи съ дыханіемъ.

Продолжаемъ далѣе наше сравненіе. Мускулъ въ моментъ сокращенія нагрѣвается; его температура повышается хотя на незначительную, но тѣмъ не менѣе измѣряемую величину; то же замѣчено относительно растенія. Прикладывая къ подушечкѣ листового черешка мимозы очень чувствительный термометръ, такъ называемый термоэлектрическій столбикъ, можно было показать, что въ моментъ движенія температура повышается. Въ мускулахъ какъ въ состояніи покоя, такъ и въ состояніи напряженія наблюдается присутствіе электрическаго тока. Если цѣпь, въ которую входитъ чувствительный гальванометръ, замкнуть (соблюдая предосторожности) мускуломъ лягушки, то замѣтимъ, что стрѣлка гальванометра отклонится, въ цѣпи обнаружится токъ. Такой же токъ, только болѣе слабый, обнаружится, если вмѣсто мускула ввести въ цѣпь листь мухоловки. Этимъ еще не ограничивается сходство. Если мускулъ заставить сократиться, то въ моментъ сокращенія замѣчается ослабѣваніе тока; стрѣлка гальванометра откатнется назадъ: это—такъ называемое *отрицательное колебаніе* тока. То же явленіе повторяется и съ мухоловкой: въ моментъ движенія, въ моментъ захлопыванія половинокъ листа токъ ослабѣваетъ, обнаруживается отрицательное колебаніе. Далѣе, въ мускулѣ, между моментомъ раздраженія и моментомъ сокращенія, проходитъ очень малый, но измѣримый промежутокъ времени: это—такъ называемый періодъ скрытаго возбужденія; такой же промежутокъ, только болѣе значительный, замѣчается между моментомъ раздраженія и моментомъ движенія листа.

Итакъ, движенія мухоловки не только по внѣшнимъ проявленіямъ, но и по внутреннимъ, совершающимся при этомъ

процессамъ сходны съ движеніями животнаго. Правда, движенія растительныхъ органовъ, какъ мы видѣли, въ наилучше изученныхъ случаяхъ сводятся къ выталкиванію воды изъ переполненныхъ ею клѣточекъ раздражительной ткани, между тѣмъ какъ движеніе животнаго является результатомъ сокращенія, измѣненія формы самаго мускула; но вѣдь сокращеніе мускула не есть элементарное явленіе, не сведется ли и оно въ конечномъ результатѣ къ перемѣнѣ во взаимномъ расположеніи элементарныхъ твердыхъ частицъ и жидкостей, образующихъ вещество мышцы? *)

Такимъ образомъ падаетъ эта главная преграда, раздѣляющая животный міръ отъ растительнаго; движеніе не есть исключительный удѣлъ животнаго, оно встрѣчается и у растенія. Но если это различіе не выдерживаетъ критики, то нельзя ли найти какое-нибудь другое? Переберемъ послѣдовательно всѣ тѣ особенности жизни организмовъ, въ которыхъ полагали видѣть исключительный признакъ представителей того или другого царства.

Начнемъ со способа питанія. Обыкновенно говорятъ: растеніе питается простыми неорганическими веществами, углекислотой, водой, солями; животное питается сложными органическими соединеніями. Говоря вообще, это вѣрно, но тѣмъ не менѣе правило представляетъ многія исключенія. Напримѣръ, весь обширный классъ грибовъ представляетъ растенія, могущія питаться только сложными органическими соединеніями, потому эти организмы и могутъ только жить на почвѣ, богатой перегноемъ, разлагающимся органическимъ веществомъ, или, наконецъ, какъ паразиты, на другихъ организмахъ. Но не одни только грибы питаются готовою органическою пищею; есть чужеродныя растенія и между высшими представителями растительнаго царства; иныя изъ нихъ, лишенные зеленого пвѣта, какъ, напримѣръ, повилика (*Cuscuta*), присасывающаяся къ нашимъ полевымъ растеніямъ, къ хмелю и пр., жи-

*) Возможно, что переполненіе клѣточекъ водой, ея внезапное выталкиваніе, присутствіе тока и его колебаніе, — что всѣ эти частности процесса движенія растительныхъ органовъ найдутъ себѣ общее объясненіе въ явленіяхъ электродиффузии. Здѣсь, конечно, не мѣсто вдаваться въ подробности.

вуть исключительно на счет своей жертвы; другія, какъ оме-ла, нападающая на дубы, фруктовыя и другія деревья, хотя и способны къ самостоятельному вырабатыванію пищи, но, по всей вѣроятности, пользуются въ значительной степени и веществами, выработанными растеніемъ, на которомъ живутъ. Мало того, изслѣдованія послѣднихъ лѣтъ, въ особенности же труды Дарвина, познакомили насъ съ цѣлымъ рядомъ растеній, снабженныхъ зелеными органами, но въ то же время питающихся животною пищею и притомъ принимающихъ ее совершенно такъ же, какъ животныя. Это такъ называемыя *настъкомоядныя* растенія. Познакомимся съ нѣсколькими примѣрами; знакомая намъ мухоловка представляетъ одинъ изъ самыхъ разительныхъ. Если листъ мухоловки поймалъ насѣкомое, то онъ обыкновенно не раскрывается прежде, чѣмъ высосетъ изъ насѣкомаго все, что можетъ, оставивъ только нерастворимый остовъ. Тотъ же опытъ можно повторить, замѣнивъ муху кускомъ мяса, сырого или жаренаго, или круто свареннымъ яичнымъ бѣлкомъ; листочекъ тотчасъ плотно захлопнется, и когда откроется, отъ доставленной ему пищи не останется и слѣда. Мухоловка, какъ мы сказали, водится въ болотахъ Сѣверной Америки, но и въ нашихъ болотахъ встрѣчается растеніе, которое сродни мухоловкѣ, но достигаетъ того же результата, т.-е. питается насѣкомыми, благодаря нѣсколько иному приспособленію. Это такъ называемая *росянка* (*Drosera*); ея маленькіе листочки покрыты особаго рода волосками, выдѣляющими на своей верхушкѣ капли густой липкой жидкости, которыя обыкновенно принимались за росу, откуда и названіе растенія. Насѣкомое, неосторожно опустившееся на листъ, прилипаетъ къ нему, и тогда въ листѣ обнаруживается въ высшей степени любопытное явленіе движенія: со всѣхъ сторонъ волоски наклоняются въ одну точку, гдѣ лежитъ попавшееся въ западню насѣкомое; при этомъ железки, находящіяся на концахъ волосковъ, начинаютъ обильно выдѣлять свой сокъ, который способствуетъ растворенію твердыхъ питательныхъ веществъ и переводитъ ихъ въ такое состояніе, въ которомъ они могутъ легко всосаться клѣточками волосковъ. Когда вся пища всосана, волоски расправляются и

вновь готовы оказать такой же приемъ новому пришельцу. Не менѣе любопытны крупныя своеобразныя листья *Nepenthes*, *Sagacenia*, *Cephalotus*, обитающихъ болѣе низкія широты, и мелкія листочки пузырчатки (*Utricularia*), встрѣчающейся въ нашихъ рѣкахъ и прудахъ. У первыхъ трехъ часть листа превращается въ большой кувшинчатый органъ, у *Cephalotus* еще прикрытый крышечкой, у пузырчатки же мелкоразсѣченныя подводныя листья снабжены подобными же маленькими органами. Давно уже было замѣчено, что кувшинчатые органы содержать жидкость, но прежде полагали, что это вода, и только въ послѣднее время убѣдились, что эта жидкость имѣетъ свойства растворять твердыя органическія вещества, служащія для питанія. Болѣе внимательное изслѣдованіе кувшинчатыхъ органовъ обнаружило въ нихъ весьма сложныя приспособленія для улавливанія насѣкомыхъ; въ нихъ есть и части, выдѣляющія лакомый для нихъ сокъ и, слѣдовательно, служащія для приманки, и гладкія поверхности, по которымъ насѣкомое невольно скользитъ въ свою западню, и, наконецъ, жесткіе волоски, обращенные, какъ проволоки въ мышеловкѣ, остриемъ внутрь и препятствующіе насѣкомому выбраться изъ этой западни. Но какого же рода будетъ это вещество, выдѣляемое растеніемъ, какъ совершается это раствореніе твердой пищи и представляетъ ли оно что-либо общее съ тѣмъ, что мы на обыкновенномъ языкѣ называемъ *перевариваніемъ* пищи въ животномъ организмѣ? Тщательныя изслѣдованія обнаружили, какъ мы уже отчасти видѣли это и ранѣе *), поразительное сходство между этими двумя процессами.

Какъ въ желудочномъ сокѣ животнаго раствореніе бѣлковыхъ веществъ происходитъ подъ вліяніемъ особаго фермента—*пепсина*, такъ и здѣсь во всѣхъ выдѣляемыхъ насѣкомоядными растеніями жидкостяхъ, изслѣдователи обнаружили присутствіе такого же фермента; какъ тамъ *пепсинъ* дѣствуетъ только въ присутствіи небольшого количества свободной кислоты, такъ и здѣсь въ моментъ раздраженія можно ясно обнаружить кислую реакцію сока **).

*) См. 3 бесѣду.

**) Въ послѣднее время начали высказываться сомнѣнія, дѣйствительно ли это всасываніе органическихъ веществъ можетъ служить въ пользу растенію.

Итакъ, въ процессѣ питанія мы не можемъ найти вѣрнаго критерія для отличія растенія отъ животнаго: грибы, паразиты и въ особенности насѣкомоядныя растенія представляютъ намъ полную аналогію съ питаніемъ животныхъ. Въ самомъ дѣлѣ, если бы, сопоставивъ все, что намъ извѣстно объ этихъ послѣднихъ, мы описали воображаемый организмъ, ловящій своими щупальцами насѣкомыхъ, проводящій ихъ во внутреннюю полость своего тѣла, покрытую железистымъ слоемъ; если бы мы сказали далѣе, что этотъ железистый слой выделяетъ сокъ, растворяющій бѣлковыя вещества, и затѣмъ всасываетъ эту пищу, то всякій, конечно, подумалъ бы, что мы имѣемъ въ виду гидру или полипа, и однако всѣ черты этого описанія заимствованы у самыхъ несомнѣнныхъ типическихъ растеній.

Но если питаніе растеній бываетъ сходно съ питаніемъ животныхъ, то можетъ быть, наоборотъ, питаніе животныхъ никогда не представитъ намъ явленія питанія на счетъ неорганическихъ веществъ, которое свойственно растеніямъ. И этого нельзя утверждать, такъ какъ способность разлагать углекислоту, какъ мы видѣли, присуща извѣстному органу — *хлорофилловому зерну*, а можно указать на нѣсколько несомнѣнно животныхъ организмовъ, содержащихъ хлорофиллъ *).

Переходимъ къ другому различію, основанному на процессѣ дыханія. Когда газовый обмѣнъ, совершающійся въ растеніи и имѣющій результатомъ разложеніе углекислоты и накопленіе углерода, несправедливо сравнивали съ дыханіемъ, тогда выставляли на видъ такую антитезу: дыханіе животнаго заключается въ поглощеніи кислорода и выдѣленіи углекислоты, дыханіе растенія — въ поглощеніи углекислоты и выдѣленіи кислорода. Но мы уже знаемъ, что разложеніе углекислоты нельзя

Посѣтивъ истекшимъ лѣтомъ Дарвина, я имѣлъ случай видѣть нѣкоторые, еще не опубликованные, опыты знаменитаго ученаго, доказывающіе значеніе описаннаго процесса, какъ питанія. Большая дерновина росянки воспитывалась имъ подъ стекляннымъ колпакомъ для устраненія насѣкомыхъ и притомъ такъ, что половина растеній получала мясо, а другая нѣтъ. Въ то время, когда я ихъ видѣлъ (въ іюлѣ), растенія, получавшія мясо, были уже значительно крупнѣе и здоровѣе на видъ. (Примѣч. къ 1 изданію.)

*) Впрочемъ, этотъ хлорофиллъ принадлежитъ, по всей вѣроятности, поселившимся въ животномъ организмѣ водорослямъ.

сравнивать съ дыханіемъ, что это питаніе — своеобразное питаніе воздухомъ; знаемъ также, что рядомъ съ этимъ процессомъ совершается и другой — настоящее дыханіе, но что замѣтить этотъ послѣдній процессъ можно, только наблюдая или не зеленые органы, или зеленые органы въ отсутствіе свѣта, когда обратнаго процесса разложенія не происходитъ. Конечно, этотъ процессъ дыханія растеній покажется намъ очень неэнергичнымъ, если мы сравнимъ его съ дыханіемъ млекопитающаго или птицы. У послѣднихъ количество выдѣляемой углекислоты очень велико, и результатъ этого процесса — повышение температуры надъ температурой среды — очень замѣтенъ, тогда какъ растеніе по большей части пассивно принимаетъ температуру окружающей среды. Но если мы сравнимъ дыханіе растенія съ дыханіемъ такъ называемаго холоднокровнаго животнаго, напримѣръ, лягушки, или даже съ дыханіемъ млекопитающаго, находящагося въ состояніи оцѣпенѣнія (напримѣръ, во время зимней спячки), то увидимъ, что дыханіе въ томъ и другомъ случаѣ ни по количеству газоваго обмѣна, ни по избытку температуры организма надъ температурой среды не будетъ уже такъ рѣзко отличаться отъ дыханія растенія.

Здѣсь самъ собою представляется вопросъ: принадлежитъ ли вообще дыханіе къ числу безусловно необходимыхъ отправленій растительнаго организма? Мы видѣли, что всѣ явленія движенія прекращаются въ отсутствіе кислорода; долгое время предполагали, что и ростъ клѣточекъ невозможенъ безъ кислорода, но потомъ оказалось, что на смѣну дыханію можетъ появляться другой химическій процессъ, сходный съ нимъ по своимъ результатамъ. Процессъ этотъ называется броженіемъ и состоитъ въ распаденіи сахара — глюкозы — на спиртъ и углекислоту. Существованіемъ этого процесса обусловливается производство спиртныхъ напитковъ, т.е. винодѣліе, пивовареніе, винокурение и пр. Во всѣхъ этихъ случаяхъ броженіе происходитъ вслѣдствіе развитія въ бродящихъ жидкостяхъ особаго микроскопическаго организма — бродильнаго или дрожжевого грибка или попросту дрожжей. Клѣтки дрожжей растутъ и размножаются и безъ кислорода. Процессъ броженія, существенно отличающійся отъ дыханія тѣмъ, что при

немъ не происходитъ поглощенія кислорода, сходенъ съ нимъ въ томъ отношеніи, что въ обоихъ случаяхъ происходитъ выдѣленіе углекислоты и теплоты *). Эта теплота, вѣроятно, и доставляетъ организму необходимую для его развитія энергію. Броженіе является какъ бы *суррогатомъ* дыханія. Но процессъ этотъ далеко не такъ выгоденъ для растенія, какъ дыханіе, такъ какъ при той же тратѣ сахаристаго вещества освобождаетъ гораздо менѣе тепловой энергіи. Первоначально процессъ броженія считался исключительно свойственнымъ дрожжевому грибку, но позднѣе оказалось, что любое растеніе, любой растительный органъ, заключенный въ атмосферу, не содержащую кислорода, начинаетъ выдѣлять углекислоту, не поглощая кислорода, а въ то же время образуетъ спиртъ, т.-е. начинаетъ разлагать свои запасы сахаристыхъ веществъ—начинаетъ бродить. Понятно, что для дрожжевого грибка, бродящаго на счетъ сахаристыхъ веществъ, находящихся въ той жидкости, въ которой онъ развивается, броженіе не можетъ быть такъ вредно, какъ для высшихъ растений, которыя при броженіи непроизводительно разрушаютъ свое собственное вещество. Этимъ обстоятельствомъ, а также накопленіемъ спирта въ клѣточкахъ—дрожжи выдѣляютъ его въ окружающую жидкость—вѣроятно, объясняется, почему высшія растенія не могутъ поддерживать своей жизни процессомъ броженія; въ отсутствіи кислорода въ нихъ прекращаются всѣ движенія и самый ростъ, а если они будутъ долго выдержаны въ этой атмосферѣ, то окончательно погибаютъ.

Слѣдовательно, броженіемъ можно поддерживать существованіе только низшихъ организмовъ, и то не надолго, такъ какъ и они, оказывается, отъ времени до времени нуждаются въ дыханіи; организмы же высшіе не выдерживаютъ броженія и на самый короткій срокъ. По счастью, при естественныхъ условіяхъ въ природѣ они и не подвергаются этой опасности. Они

*) Только при дыханіи углекислота образуется на счетъ кислорода воздуха, а при броженіи—на счетъ кислорода, заключеннаго въ самомъ сахарѣ. Здѣсь происходитъ нѣчто подобное горѣнію твута или пороха: и тотъ и другой, какъ извѣстно, могутъ горѣть безъ воздуха на счетъ кислорода селитры, входящей въ ихъ составъ.

начинають бродить только тогда, когда будутъ помѣщены въ искусственную, спертую атмосферу, когда будутъ, наприм., заключены подъ стеклянный колпакъ, изъ-подъ котораго удаленъ кислородъ,—словомъ, когда начинаютъ задыхаться. Организму нельзя просто сказать: не живи. Онъ или живетъ, или умираетъ, но пока онъ не умеръ, онъ цѣпляется за жизнь и, не находя необходимаго условія существованія въ окружающей средѣ, обращаетъ свои силы на себя самого, и въ этой внутренней ломкѣ истощается и погибаетъ. Но устраните только эту удушающую атмосферу, дайте ему вздохнуть свободно, снимите въ-время этотъ колпакъ, и броженіе прекратится само собою; патологическій процессъ броженія смѣнится фیزیологическимъ процессомъ дыханія, работа разрушенія замѣнится работой созиданія, здоровая, нормальная жизнь вступитъ въ свои законныя права, а съ нею явятся и ея неизмѣнные спутники—движеніе и развитіе.

Значить, дыханіе представляетъ необходимое условіе существованія организмовъ какъ животныхъ, такъ и растений. О невозможности установить различіе между двумя царствами на основаніи присутствія или отсутствія движенія уже достаточно говорено, остается обсудить еще одинъ вопросъ: способно ли растеніе къ *произвольному* движенію? Прежде чѣмъ отвѣтить на этотъ вопросъ, слѣдуетъ условиться, что разумѣть подъ выраженіемъ *произвольное* движеніе или вообще произвольное явленіе? Если разумѣть подъ нимъ явленіе *безпричинное*, то такихъ явленій наука не можетъ допустить и въ сферѣ животной жизни; если же разумѣть явленіе, вызванное внутренними, скрытыми, неизвѣстными причинами, то въ такомъ смыслѣ мы должны пока назвать произвольными движенія протоплазмы, живчиковъ, листьевъ десмодиума, такъ какъ всѣ эти движенія происходятъ безъ видимаго внѣшняго побужденія, подъ вліяніемъ внутреннихъ, присущихъ организму силъ. Но если растеніе способно двигаться, то не можетъ ли оно и чувствовать? Если подъ чувствительностью разумѣть отзывчивость къ раздраженію, т.-е. раздражительность, возбудимость, то мы должны признать эту способность и за растеніемъ. Въ самомъ дѣлѣ, если человѣкъ, котораго мы колемъ, щиплемъ, щекочемъ, ни-

какимъ движеніемъ не отзывается на эти раздраженія, мы заключаемъ, что онъ *лишился чувствъ*; но какъ только онъ начинаетъ отвѣчать какими-нибудь движеніями на эти инсульты, мы говоримъ, онъ *пришелъ въ чувство* *). Если руководиться этимъ признакомъ, то очевидно, что мимоза, мухоловка и др. одарены чувствительностью, такъ какъ они отзываются на всевозможныя раздраженія, будетъ ли то уколъ, или легкое прикосновеніе, обжогъ, электрическое сотрясеніе, или химическое дѣйствіе. Особенно замѣчательны случаи, гдѣ растеніе отзывается не на всѣ раздраженія въ одинаковой степени, а какъ бы съ разборомъ: такъ, напримѣръ, отъ прикосновенія азотистыхъ органическихъ веществъ движенія волосковъ росянки совершаются быстрѣе и выдѣленіе растворяющаго сока энергичнѣе, чѣмъ отъ прикосновенія частицъ неорганическаго вещества, не могущаго служить пищей. Если бы это было животное, мы бы сказали: у него текутъ слюни, оно жадно набрасывается на лакомый кусокъ. Если растеніе обладаетъ чувствительностью, то, быть можетъ, мы въ состояніи лишать его этого свойства, дѣлать его безчувственнымъ ко всякому раздраженію? Опытъ показываетъ, что мы, дѣйствительно, въ состояніи это сдѣлать; мало того, мы достигаемъ этого при помощи тѣхъ же средствъ, которыми приводимъ въ безчувственное состояніе и человѣка. Заставляя растеніе вдыхать пары ээира или хлороформа, мы можемъ анестезировать его точно такъ же, какъ анестезируемъ человѣка во время тяжелой хирургической операціи. Для этого стоитъ только горшокъ съ мимозой покрыть стекляннымъ колпакомъ и подъ этотъ колпакъ положить губку, смоченную ээиромъ или хлороформомъ. Пробывъ нѣсколько времени подъ колпакомъ, мимоза утратитъ способность къ движенію; какъ бы мы ее ни раздражали, она не станетъ складывать своихъ листочковъ, но, простоявъ нѣсколько времени на воздухѣ, не зараженномъ вредными парами, она вновь пріобрѣтаетъ свою чувствительность, свою раздражительность. Чтобы опытъ удался, нужно только не оста-

*) Извѣстно, впрочемъ, что обратное заключеніе не вѣрно; дѣйствіемъ нѣкоторыхъ ядовъ можно отнять у животнаго способность реагировать движеніемъ на раздраженіе, не лишая его способности чувствовать.

влять растенія слишкомъ долго подъ вліяніемъ анестезирующаго вещества, иначе оно болѣе уже не оправится, а погибнетъ безвозвратно. Но то же оправдывается и надъ человѣческимъ организмомъ; къ сожалѣнію, не рѣдки случаи смерти отъ неосторожнаго примѣненія хлороформа. Часто указывали на присутствіе нервной системы, какъ атрибутъ животнаго, но вѣдь она встрѣчается не у всѣхъ животныхъ, а, съ другой стороны, если у растеній подтвердится (предполагаемое нѣкоторыми учеными) существованіе извѣстныхъ путей, по которымъ раздраженіе сообщается быстрѣе, чѣмъ по другимъ, то и въ нихъ придется признать нѣчто, по крайней мѣрѣ физиологически, соответствующее нервамъ. Такъ, напр., у мимозы раздраженіе передается особой системой трубокъ путемъ гидростатическаго давленія. Такой аппаратъ всего лучше можно уподобить воздушному звонку. Понятно, что въ дѣйствительности здѣсь нѣтъ никакого сходства съ нервной системой.

Еще одинъ послѣдній вопросъ: обладаетъ ли растеніе сознаниемъ? Но на этотъ вопросъ мы отвѣтимъ вопросомъ же: обладаютъ ли имъ всѣ животныя? Если мы не откажемъ въ немъ низшимъ животнымъ, то почему же откажемъ въ немъ растенію? А если мы откажемъ въ немъ простѣйшему животному, то, скажите, гдѣ же, на какой ступени органической лѣстницы лежитъ этотъ *порогъ* сознанія? Гдѣ та грань, за которой объектъ становится субъектомъ? Какъ выбраться изъ этой дилеммы? Не допустить ли, что сознаніе разлито въ природѣ, что оно глухо тлѣетъ въ низшихъ существахъ и только яркой искрой вспыхиваетъ въ разумѣ человѣка? Или, лучше, не остановиться ли тамъ, гдѣ порывается руководящая нить положительнаго знанія, на томъ рубежѣ, за которымъ разстилается вѣчно влекущій въ свою заманчивую даль, вѣчно убѣгающій отъ пытливаго взора безпредѣльный просторъ умозрѣнія? *)

*) Въ послѣднее время нѣсколько ботаниковъ (у насъ академики Коржинскій и Фаминцынъ) выступили сторонниками ученія о психической дѣятельности растеній. Замѣчу только, что въ защиту этого воззрѣнія не выставлено ни одного фактическаго довода. Въ пользу его, какъ и за четверть вѣка тому назадъ, когда я высказывалъ эти мысли, можно приводить только

Итакъ, ни въ жизни животнаго, ни въ жизни растенія мы не могли найти ни одной черты, исключительно свойственной тому или другому, ни одного признака, по которому любой организмъ можно было бы отнести къ тому или другому царству. Значить, между растеніемъ и животнымъ не существуетъ различія?

И однако это различіе слишкомъ очевидно, оно слишкомъ вкоренилось въ нашемъ умѣ, чтобы отъ него можно было такъ легко отказаться. Здравый разсудокъ, опирающійся на ежедневный опытъ, стоитъ на своемъ. Что бы ни говорили, а дерево останется деревомъ и лошадь — лошадыю, между ними лежитъ цѣлая бездна.

Какъ согласить это противорѣчіе; то *есть* очевидное различіе, то его *нѣтъ*? Выходъ простъ и противорѣчіе понятно. Оно основано на логической ошибкѣ, вслѣдствіе которой отвлеченной идеѣ, созданію своего ума, человѣкъ придаетъ реальное существованіе. Ошибка эта, къ сожалѣнію, очень распространена и не мало вредила успѣхамъ естествознанія. Дѣло въ томъ, что нѣтъ ни растенія, ни животнаго, а есть одинъ нераздѣльный органическій міръ. Растеніе и животное — только среднія величины, только типическія представленія, которыя мы слагаемъ, отвлекаясь отъ извѣстныхъ признаковъ организмовъ, придавая исключительное значеніе однимъ, пренебрегая другими, почти забывая о нихъ. Къ тому же эти понятія сложились въ такое время, когда были извѣстны только самые крайніе, рѣзкіе представители этихъ группъ. Пока сравненіе касалось дерева и лошади, никакое недоразумѣніе не было возможно, но дѣло представилось въ совершенно иномъ свѣтѣ, когда пришлось принять во вниманіе всю совокупность живыхъ существъ. Тогда пришлось убѣдиться въ единствѣ органическаго міра, пришлось убѣдиться, что всѣ наши рамки или дѣленія — только произведеніе нашего ума, — правда, одно изъ

соображенія метафизическаго, но не научнаго характера. Замѣчу также, что объяснять сравнительно немногосложныя явленія растительной жизни простымъ уподобленіемъ ихъ несравненно болѣе сложнымъ явленіямъ психической жизни животныхъ — значитъ извращать тотъ ходъ, которымъ до сихъ поръ двигались всякая наука, всякое знаніе.

величайшихъ его произведеній, безъ котораго онъ никогда не справился бы съ хаосомъ единичныхъ формъ. Пользуясь этимъ логическимъ приѣмомъ, мы не должны однако забывать его настоящую цѣну, не должны отождествлять отвлеченныя понятія, типы, съ реальною дѣйствительностью.

Но если въ органической природѣ и не существуетъ такого дуализма, если мы и не видимъ болѣе въ растеніи и животномъ двухъ абсолютно между собою различныхъ категорій существъ, а только два типическія представленія, тѣмъ не менѣе, разъ въ умѣ нашемъ сложились эти два типа, мы должны постараться дать ихъ характеристику, указать на тѣ признаки, которымъ мы даемъ предпочтеніе, которые связываемъ съ понятіемъ о растеніи.

Едва ли и въ настоящее время можно предложить болѣе краткую и удачную характеристику, чѣмъ та, которая выразилась въ старомъ изреченіи, что «растеніе растетъ, но лишено произвольнаго движенія». Посмотримъ, какой болѣе определенный смыслъ должны мы придавать этому изреченію. Движеніе животнаго, какъ и всякое движеніе, подчиняется общимъ механическимъ законамъ. Особенность животнаго заключается въ томъ, что очагъ дѣйствующихъ въ немъ силъ лежитъ въ немъ самомъ; отсюда его независимость отъ внѣшнихъ условий. Источникъ этихъ силъ, какъ извѣстно, кроется въ томъ процессѣ окисленія, который, совершаясь повсемѣстно въ его тѣлѣ, обнаруживается въ дыханіи и является причиной того тепла и движенія, которыя въ общей сложности характеризуютъ животное въ отличіе отъ растенія. Я говорю въ общей сложности, потому что мы только что видѣли достаточно доказательствъ, что эти процессы встрѣчаются и въ растеніи, но только въ немъ они отступаютъ на второй планъ, совершенно заслоняются другими преобладающими процессами. Мы видѣли еще ранѣе *), что подъ вліяніемъ свѣта въ зеленыхъ частяхъ растеній постоянно совершается явленіе, совершенно обратное окисленію, именно разложеніе углекислоты, сопровождающееся накопленіемъ углерода. Этотъ процессъ почти въ

*) См. пятую главу.

двадцать разъ энергичнѣе дыханія растенія, такъ что, напримѣръ, на одинъ фунтъ сгорающаго въ растеніи углерода вновь образуется двадцать фунтовъ: растеніе тратитъ на свои потребности, примѣрно, только одну двадцатую всего отлагающагося въ немъ углерода, отсюда — то накопленіе вещества, то громадное увеличеніе массы, которое насъ поражаетъ въ явленіяхъ *роста*. Тогда какъ въ животномъ, достигшемъ полного развитія, устанавливается извѣстное равновѣсіе между приходомъ и расходомъ вещества, у растенія ростъ, то-есть накопленіе вещества, идетъ почти вплоть до смерти *). Но это накопленіе вещества вполне зависитъ отъ солнца, отсюда — полная зависимость растенія отъ внѣшнихъ условій, его страдательная роль, такъ рѣзко отличающая его отъ самостоятельной дѣятельности животного.

Различіе растенія и животного, слѣдовательно, не качественное, а только количественное; въ обоихъ совершаются тѣ же процессы, но въ одномъ преобладаютъ одни, въ другомъ — другіе. Если въ результатѣ, въ итогѣ, оказывается окисленіе, трата вещества и проявленіе энергіи, мы имѣемъ передъ собою типъ животного; если, наоборотъ, въ итогѣ оказывается раскисленіе, накопленіе вещества, поглощеніе энергіи, мы имѣемъ передъ собою типъ растенія. Животное и растеніе раздѣлили между собою трудъ; животное расходуетъ то вещество и ту энергію, которыя запасаются растеніемъ; въ свою очередь растеніе необходимую для него энергію получаетъ отъ солнца. Животное зависитъ отъ растенія, растеніе зависитъ отъ солнца.

Такимъ образомъ мы восходимъ до самаго общаго представленія о жизни растенія, до понятія о его значеніи, о его роли въ органическомъ мірѣ. Это роль посредника между солнцемъ и животнымъ міромъ. Растеніе или, вѣрнѣе, самый типическій его органъ — хлорофилловое зерно, представляетъ то звено, которое связываетъ дѣятельность всего органическаго

*) Сравненіе это, впрочемъ, не вполне точно. За особъ въ растеніи правильнѣе считать отдѣльный побѣгъ, который имѣетъ ограниченный ростъ, дѣлое же растеніе, напримѣръ, дерево, представляетъ сложный организмъ, подобный, напримѣръ, кораллу, растущему неопредѣленное время.

міра, все то, что мы называемъ жизнью, съ центральнымъ очагомъ энергіи въ нашей планетной системѣ. Такова космическая роль растенія.

Когда нашему воображенію представляется типъ зеленого дуба, лѣтомъ шумящаго своею роскошною листвою, зимой обнаженнаго, окоченѣвшаго, страдательно переносящаго всѣ колебанія внѣшней температуры,—дуба, годъ за годомъ, въ теченіе вѣковъ увеличивающаго свою органическую массу, но въ то же время неподвижно прикованнаго къ одному мѣсту; когда вслѣдъ затѣмъ намъ представляется картина стрѣлой мчащагося рысака, отъ котораго среди зимы столбомъ валить паръ, но который зато зимой и лѣтомъ истребляетъ массы сѣна и зерна; когда мы узнаемъ далѣе, что эти противоположныя внѣшнія явленія только необходимыя послѣдствія преобладающихъ въ томъ и въ другомъ случаѣ химическихъ процессовъ,—тогда для насъ становится ясна антитеза между животнымъ и растеніемъ. Но когда вслѣдъ затѣмъ мы пожелаемъ окинуть однимъ общимъ взглядомъ не только типическихъ представителей, но всѣ растенія, всѣхъ животныхъ, во всѣхъ ихъ отправленияхъ, то невольно убѣждаемся въ невѣрности подобной антитезы. Это противорѣчіе исчезаетъ, все вновь становится понятнымъ, какъ только мы допустимъ, что потокъ органической жизни, когда-то, во тѣмъ временъ, пролагавшій себѣ путь по одному широкому руслу, затѣмъ разбился на двѣ вѣтви, такъ что теперь, стоя при ихъ устьяхъ, мы видимъ какъ бы два независимыя теченія и, только восходя къ ихъ отдаленному истоку, только стараясь обнять однимъ взглядомъ оба теченія на всемъ ихъ протяженіи, приходимъ къ убѣжденію, что это только два рукава одного общаго могучаго потока жизни.

Этимъ завершается нашъ обзоръ жизненныхъ отправленій растенія. Мы познакомились со строеніемъ различныхъ органовъ его, узнали ихъ значеніе и, такимъ образомъ, разрѣшили двоякую задачу, постоянно представляющуюся фізіологу: данъ органъ,—найти его отправление; дано отправление,—найти соотвѣтствующій ему органъ. Мы убѣдились, въ какомъ

совершенствѣ каждый отдѣльный органъ исполняетъ свое отправление, какъ приспособленъ онъ къ своей средѣ, какъ необходимо и согласно взаимодействіе различныхъ органовъ, имѣющее результатомъ общую жизнь растенія, какъ поразительно взаимодействіе нѣкоторыхъ организмовъ, принадлежащихъ къ двумъ царствамъ органической природы, какъ гармонично, наконецъ, взаимодействіе этихъ двухъ царствъ природы, взятыхъ въ цѣломъ. Познакомившись со всѣми этими фактами, мы, кажется, въ правѣ заключить, что дошли до конца своего пути. Но тутъ-то именно, на этомъ кажущемся предѣлѣ, фізіологъ начинаетъ смутно сознавать, что его задача не исчерпана, что изъ-за всѣхъ этихъ частныхъ вопросовъ всплываетъ одинъ общій, всеобъемлющій вопросъ: *почему* всѣ эти органы, всѣ эти существа такъ совершенны, такъ изумительно приспособлены къ своей средѣ и отправленію? Чѣмъ поразительнѣе фактъ, чѣмъ совершеннѣе организмъ, тѣмъ неотвязчивѣе вопросъ: да почему же онъ такъ совершененъ? Какъ, какимъ путемъ достигъ онъ этого совершенства? Неужели стоило сдѣлать такой длинный путь для того, чтобы въ концѣ его услышать лаконическій отвѣтъ: не знаю, не понимаю и никогда не пойму. Правда, естествоиспытатель охотно, быть можетъ охотнѣе и откровеннѣе другихъ изслѣдователей, всегда готовъ сказать *не знаю*; но зато тѣмъ настойчивѣе хватается онъ за первую возможность объясненія, тѣмъ ревнивѣе охраняетъ онъ тѣ области знанія, куда успѣлъ уже проникнуть хотя бы слабый лучъ свѣта.

Въ какой степени наука можетъ въ настоящемъ случаѣ удовлетворить естественную пыливость ума, какой ключъ можетъ предложить современное естествознаніе для объясненія этого основного свойства органическаго міра,—его совершенства, его гармоніи или цѣлесообразности, — этими вопросами мы займемся въ слѣдующей и послѣдней лекціи.

*Тригорія Георгієвичъ
Ласкинъ.*

Х.

Образованіе органическихъ формъ.

Въ концѣ послѣдней лекціи мы пришли къ заключенію, что каждый мыслящій человѣкъ, присматривающійся къ явленіямъ органической природы, а тѣмъ болѣе естествоиспытатель, вникающій въ нихъ глубже, выноситъ убѣжденіе, что органическій міръ, въ цѣломъ и въ частностяхъ, представляетъ одну общую черту, которую мы стараемся выразить словами: совершенство, гармонія, цѣлесообразность и т. д. Въ свою очередь это убѣжденіе влечетъ за собою невольное желаніе, непреодолимую потребность—найти объясненіе для этой наиболѣе выдающейся особенности живыхъ существъ. Въ былое время естествоиспытатель, достигнувъ въ своемъ изслѣдованіи природы до этой стадіи, считалъ, что его путь оконченъ, что самый фактъ этого совершенства, этой гармоніи есть явленіе первичное, элементарное, не подчиняющееся дальнѣйшему анализу науки, и, смотря по складу своего ума, или смолкалъ, или предавался лирическимъ изліяніямъ на эту благодарную тему. Но, рядомъ съ подобнымъ воззрѣніемъ большинства, уже давно раздавались въ наукѣ одинокіе и смѣлые голоса, требовавшіе, чтобы и къ этому общему свойству органическихъ существъ наука отнеслась такъ же, какъ она относится къ частнымъ явленіямъ: не довольствуясь простымъ засвидѣтельствованіемъ факта, но стараясь дать этому факту рacionales объясненіе, вывести его какъ частный случай изъ другихъ болѣе общихъ законовъ; не довольствуясь эмпирическимъ знаніемъ, что таковъ онъ есть, но стремясь къ дедуктивному заключенію, что таковымъ онъ долженъ быть. Какіе же могутъ

быть эти общіе законы, исходя изъ которыхъ мы въ состояніи вывести, какъ необходимый результатъ, поражающее насъ совершенство органическаго міра? Разъясненію этого вопроса мы посвятимъ эту послѣднюю заключительную бесѣду.

До сихъ поръ при объясненіи частныхъ явленій растительной жизни мы всегда старались свести ихъ къ болѣе общимъ, болѣе намъ понятнымъ физическимъ и химическимъ законамъ, и въ большей части случаевъ намъ это удавалось, выполнѣ или отчасти. Ни разу не приходилось намъ прибѣгать къ той таинственной *жизненной силѣ*, на примѣненіе которой были такъ тароваты фізіологи былыхъ временъ; мы не доказывали несостоятельности этой жизненной силы съ ея неопредѣленными атрибутами и неуловимою сферой дѣятельности; мы даже не пытались опровергать ея существованіе, — для нея просто не нашлось мѣста въ нашемъ изложеніи, — и мы ни разу не имѣли повода въ томъ раскаиваться.

Но теперь рождается вопросъ: приложимъ ли этотъ способъ объясненія ко всѣмъ фактамъ растительной жизни; въ состояніи ли мы, на прим., однимъ вліяніемъ физическихъ силъ объяснить возникновеніе тѣхъ поразительныхъ цѣлесообразныхъ формъ, съ которыми мы познакомились особенно въ двухъ послѣднихъ лекціяхъ? Можемъ ли мы, на прим., какими бы то ни было комбинаціями дѣйствующихъ въ данный моментъ физическихъ силъ объяснить себѣ образованіе цвѣтка шалфея, такъ изумительно во всѣхъ своихъ подробностяхъ приспособленнаго къ тому, чтобы посѣщающія его насѣкомыя содѣйствовали полезному для растенія перекрестному оплодотворенію? Или можемъ ли мы вліяніемъ тѣхъ же дѣятелей объяснить, почему листья мухоловки или росянки обладаютъ всѣми необходимыми механическими и химическими свойствами, дѣлающими ихъ такими совершенными орудіями для ловли и пожиранія насѣкомыхъ? Очевидно, нѣтъ. Очевидно, всѣ эти формы или, вѣрнѣе, именно ихъ цѣлесообразность, никакимъ образомъ не могутъ быть объяснены, какъ необходимый результатъ взаимодѣйствія тѣхъ веществъ и силъ, подъ вліяніемъ которыхъ сложился разсматриваемый организмъ. Но если мы не можемъ объяснить этихъ формъ, исходя изъ условій ихъ существова-

нія, то не въ состояніи ли мы найти объясненіе, какимъ инымъ путемъ?

Когда историкъ или публицистъ, изучая жизнь какого-нибудь народа, встрѣчается, въ извѣстный моментъ его существованія, съ какимъ-нибудь явленіемъ, которое прямо не вытекаетъ ни изъ современныхъ нравовъ, ни изъ современныхъ условій быта, или когда онъ встрѣчается съ очень совершенными, выработанными формами правленія или общежитія,— онъ прибѣгаетъ для объясненія ихъ къ причинамъ историческимъ. Не находя готоваго объясненія въ настоящемъ, онъ ищетъ его въ прошломъ. Спрашивается: не въ правѣ ли мы приписать тотъ же приемъ къ объясненію явленій, совершающихся въ природѣ? Когда намъ представляется органъ, поразительно прилаженный къ своему отпращиванію, когда мы видимъ организмъ, поразительно гармонирующий съ окружающею средой, и когда мы не въ состояніи объяснить ихъ возникновеніе дѣйствующими на каждый единичный организмъ современными причинами, то не въ правѣ мы ли допустить, что это совершенство осуществилось не вдругъ, а достигнуто медленнымъ процессомъ историческаго развитія, при чемъ дѣятелями этого измѣненія были такія же физическія силы, какъ и тѣ, которыя дѣйствуютъ и въ настоящій моментъ? Не въ правѣ ли мы допустить, что физическіе дѣятели, которые не могутъ цѣлесообразно измѣнить извѣстный единичный организмъ, въ состояніи вызвать это явленіе, дѣйствуя на длинный рядъ поколѣній?

Для того, чтобы допустить такое толкованіе природы, мы, очевидно, должны доказать два положенія: во-первыхъ, что органическій міръ имѣетъ исторію, и, во-вторыхъ, что этотъ историческій процессъ неуклонно, неминуемымъ, роковымъ образомъ ведетъ къ совершенствованію. Если это намъ удастся, если мы успѣемъ убѣдиться въ справедливости этихъ двухъ положеній, тогда, очевидно, мы получимъ искомый общій ключъ объясняющій совершенство органическихъ существъ.

Имѣетъ ли растеніе исторію? Мы уже неоднократно, мимоходомъ, высказывались за положительное разрѣшеніе этого

вопроса, но еще не имѣли случая взвѣсить всю совокупность доводовъ, говорящихъ въ пользу подобнаго разрѣшенія. Отвѣтъ на этотъ вопросъ, конечно, прежде всего принадлежитъ геологіи. Въ первой лекціи мы уже видѣли, что растительность земного шара теперь не такова, какова она была въ предшествовавшія геологическія эпохи, и что притомъ чѣмъ древнѣе, чѣмъ отдаленнѣе отъ насъ рассматриваемая эпоха, тѣмъ проще организованы ея представители. Ранѣе всѣхъ появляются водоросли, позднѣе мхи, еще позднѣе—хвощи, папоротники, плауны,—все растенія споровыя; наконецъ, выступаютъ и сѣменные растенія и изъ нихъ сначала болѣе простыя хвойныя и позднѣе всѣхъ самыя сложныя, самыя совершенныя по организаціи —двудольныя, которыя теперь преобладаютъ на нашей планетѣ. Слѣдовательно, съ теченіемъ времени къ типамъ, уже существовавшимъ, присоединялись новые типы растеній, осиливавшіе ихъ своею многочисленностью, и притомъ, къ простѣйшимъ—болѣе сложные.

Какъ мы уже видѣли въ первой лекціи, этотъ основной геологическій фактъ можетъ быть объясненъ двумя противоположными гипотезами: или новые типы созидались заново, совершенно независимо отъ прежде существовавшихъ, или они произошли отъ нихъ путемъ измѣненія и, слѣдовательно, находятся въ прямомъ, кровномъ родствѣ съ ними. Я называю эти оба воззрѣнія гипотезами, и этого нельзя достаточно часто повторять въ виду того, что защитники перваго взгляда съ замѣчательною самоувѣренностью и настойчивостью, прилагаютъ это выраженіе только ко второму воззрѣнію, забывая, что и защищаемый ими взглядъ—такая же «гипотеза», толкованіе, даже совершенно произвольное толкованіе, а не простое явленіе факта.

Постараемся оцѣнить относительное достоинство этихъ двухъ гипотезъ, посмотримъ, которая изъ нихъ болѣе согласна съ дѣйствительностью, объясняетъ большее число фактовъ, встрѣчаетъ менѣе противорѣчій,—однимъ словомъ, болѣе удовлетворяетъ тѣмъ условіямъ, которыя мы должны предъявлять всякой научной гипотезѣ.

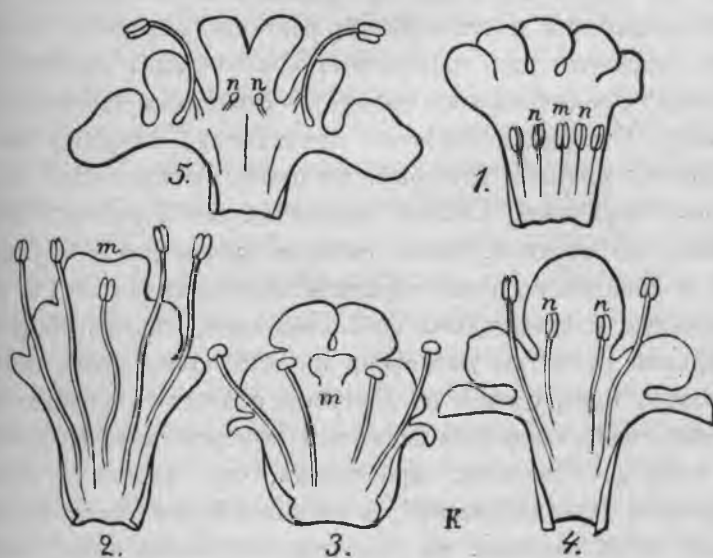
Съ перваго взгляда, мысль, что одно растеніе могло про-

изойти отъ другого, дубъ отъ березы, роза отъ лиліи, представляется чѣмъ-то страннымъ, чѣмъ-то такимъ, что умъ не легко схватываетъ. Но не страннѣе ли еще должна показаться мысль, что сѣменодоль, лепестокъ, тычинка, пестикъ произошли изъ такъ мало схожаго съ ними листа? А тѣмъ не менѣе въ первой лекціи, говоря объ ученіи о метаморфозѣ, мы должны были придти къ заключенію, что всѣ эти органы, столь разнообразны по формѣ, строенію и отправленію, не болѣе какъ результаты превращенія одного органа—листа. И пришли мы къ этому выводу на основаніи слѣдующихъ соображеній. Во-первыхъ, не основаніи существованія нечувствительныхъ переходовъ: такъ, наприм., въ цвѣткѣ кувшинки мы видѣли цѣлый рядъ органовъ,—не то лепестковъ, не то тычинокъ,—но примыкающихъ съ одной стороны къ лепесткамъ, съ другой—къ тычинкамъ, такъ что рѣшительно нѣтъ возможности сказать, гдѣ кончается одинъ органъ, гдѣ начинается другой. Вторымъ доводомъ, говорящимъ въ пользу взаимнаго превращенія однихъ органовъ въ другіе, служатъ такъ называемыя уродливости, т.-е. такіе случаи, гдѣ одинъ органъ случайно принимаетъ форму другого, какъ, наприм., пестикъ піона, появляющійся въ видѣ краснаго лепестка съ сидящими по краямъ яичками; особенно убѣдительно тѣ случаи, когда это превращеніе вызываютъ искусственно, какъ, наприм., въ махровыхъ цвѣтахъ, у которыхъ тычинки превращены въ добавочные лепестки, или въ опытахъ надъ превращеніемъ наружныхъ чешуекъ листовыхъ почекъ въ настоящіе листья. Но если подобныя соображенія вынуждаютъ насъ допустить возможность превращенія одного органа въ другой, совершенно съ нимъ несходный, то тѣмъ скорѣе мы должны допустить возможность такихъ переходовъ между одинаковыми органами различныхъ растений; если мы допускаемъ, что тычинка произошла изъ листа, то уже гораздо легче допустить, что листъ одного растенія могъ произойти изъ листа другого растенія, цвѣтокъ одного—изъ цвѣтка другого; и вынуждаютъ насъ къ тому тѣ же самые доводы — существованіе переходовъ и такъ называемыя уродливости, т.-е. внезапныя отступленія. Остановимся на какомъ-нибудь примѣрѣ. Говоря о цвѣтахъ, мы имѣли случай

познакомиться съ цвѣтками аптечнаго шалфея, замѣчательнаго по своимъ приспособленіямъ къ перекрестному опыленію при помощи насѣкомыхъ. Постараемся показать, какими послѣдовательными ступенями этотъ замысловатый цвѣтокъ шалфея могъ образоваться изъ совершенно, повидимому, несходнаго съ нимъ цвѣтка правильной, лучистой формы. Шалфей принадлежитъ къ семейству губоцвѣтныхъ растеній, названныхъ такъ потому, что вѣнчикъ у нихъ почти всегда болѣе или менѣе двугубый; къ этому семейству, наприм., относятся «богородичная трава», мята и др. Съ этимъ семействомъ губоцвѣтныхъ во многихъ отношеніяхъ сходно семейство такъ называемыхъ «бурачниковыхъ»,—таково единогласное мнѣніе всѣхъ ботаниковъ. Представителемъ этого послѣдняго мы можемъ выбрать хоть, наприм., «незабудку». Всякому извѣстно, что голубой вѣнчикъ этого цвѣтка при основаніи образуетъ короткую трубку, а на вершинѣ—отгибъ, раздѣляющійся на пять равныхъ округленныхъ зубчиковъ. Если мы заглянемъ внутрь этой трубки, то замѣтимъ пять одинаковыхъ желтыхъ пыльниковъ, приросшихъ своими нитями къ этой трубкѣ (фиг. 80, 1)*. Спрашивается: можемъ ли мы допустить, чтобы изъ этого правильнаго, звѣздообразнаго цвѣтка незабудки, съ его пятью тычинками, могъ образоваться двугубый цвѣтокъ шалфея, съ его двумя своеобразными тычинками? Если намъ удастся показать на другихъ представителяхъ этихъ двухъ семействъ рядъ промежуточныхъ формъ между взятыми крайними случаями, то мы сдѣлаемъ это допущеніе въ высшей степени вѣроятнымъ. Во-первыхъ, слѣдуетъ замѣтить, что не всѣ цвѣтки въ семействѣ бурачниковыхъ такъ правильны, какъ цвѣты незабудки; у синяка, наприм., вѣнчикъ является уже нѣсколько симметричнымъ, т.-е. въ немъ можно отличать верхъ и низъ, хотя онъ еще не представляетъ ясной двугубости (фиг. 80, 2); въ то же время его пять тычинокъ уже различаются по своей величинѣ, особенно верхняя (фиг. 80, 2, m) значительно ме-

*) Фиг. 80. 1—вѣнчикъ незабудки, 2—в. синяка, 3—в. норичника, 4—в. богородичной травы, 5—в. шалфея. Всѣ вѣнчики расколоты вдоль нижней губы и развернуты. Вѣнчикъ шалфея, сверхъ того, надрѣзанъ вдоль верхней губы.

нѣе остальныхъ. Съ другой стороны, и не всѣ представители семейства губоцвѣтныхъ имѣютъ ясно двугубый вѣнчикъ: примѣръ—мята, цвѣты которой почти правильны. Слѣдовательно, переходъ правильнаго вѣнчика въ двугубый могъ совершиться постепенно. Обращаемся къ тычинкамъ: у бурачниковыхъ ихъ пять, у губоцвѣтныхъ четыре двѣ нижнія побольше, двѣ верхнія поменьше (фиг. 80, 4 п, п). Что же стало съ пятой? Когда въ организмѣ отсутствуетъ органъ, о существованіи котораго можно заключить по аналогіи съ другими организмами, то мы обыкновенно замѣчаемъ одно изъ двухъ явленій: или



Фиг 80.

онъ преобразовался въ другой органъ, подвергся метаморфозу; или онъ исчезъ, атрофировался, а на его счетъ развились другіе, ближайшіе органы. Существованіе подобной компенсаціи, подобнаго соотношенія въ развитіи частей было подмѣчено Гёте, которому, какъ мы видѣли, наука обязана и ученіемъ о метаморфозѣ. Если у губоцвѣтныхъ исчезла одна, именно верхняя, тычинка (та самая, которая у «синяка» уже менѣе другихъ, фиг. 80, 2, m), то что же явилось ей на смѣну? Мы замѣчаемъ, что исчезаніе этой тычинки совпадаетъ съ силь-

нымъ развитіемъ верхней губы, и можемъ предположить, что тычинка превратилась въ лепестковидный органъ, который, сросшись съ двумя верхними лепестками, образовалъ верхнюю губу. Это не должно насъ нисколько удивлять, потому что превращеніе тычинки въ лепестокъ и срастаніе частей цвѣтка—явленіе очень обыкновенное. Доводомъ въ пользу такого объясненія можетъ служить тотъ фактъ, что у цвѣтковъ мяты, гдѣ двугубость вѣнчика слабо выражена, дѣйствительно не рѣдко сохраняется и пятая тычинка. Примѣръ другихъ растений сдѣлаетъ это заключеніе еще болѣе убѣдительнымъ. Совершенно въ такомъ же взаимномъ отношеніи, въ какомъ состоятъ бурачниковыя и губоцвѣтныя растенія, находятся и два другія семейства, такъ называемыя «пасленовыя» (примѣръ—картофель) и норичниковыя (примѣръ—«мытникъ», «дигиталисъ» и проч.). У первыхъ—цвѣтокъ правильный, тычинокъ пять; у вторыхъ—цвѣтокъ двугубый, тычинокъ четыре. Но здѣсь, именно у норичника, самымъ несомнѣннымъ образомъ убѣждаешься, что верхняя, пятая тычинка превратилась въ лепестокъ и срослась съ двумя верхними лепестками (фиг. 80, 3, m). Мы можемъ, слѣдовательно, себѣ объяснить, какимъ образомъ правильный съ пятью тычинками цвѣтокъ «незабудки» можетъ постепенно превратиться въ двугубый цвѣтокъ съ четырьмя тычинками, свойственный большинству губоцвѣтныхъ. Но у шалфея всего двѣ тычинки: прослѣдимъ, что стало съ двумя остальными. Присматриваясь къ расколотой по длинѣ трубкѣ вѣнчика этого растенія, мы находимъ нѣсколько выше двухъ развитыхъ тычинокъ,—какъ разъ на томъ мѣстѣ, которое занимаютъ двѣ малыя тычинки у остальныхъ губоцвѣтныхъ,—двѣ едва замѣтныя, атрофированныя тычинки (фиг. 69, фиг. 80, 5, n, n). На счетъ этихъ неразвившихся тычинокъ, согласно высказанному выше правилу Гёте, остальные двѣ приняли болѣе значительныя размѣры и то своеобразное строеніе, съ которымъ мы уже знакомы (фиг. 69). Въ свою очередь и своеобразная форма его двухъ тычинокъ представляетъ въ различныхъ видахъ шалфея различныя степени усложненія, такъ что она была достигнута не сразу, а рядомъ послѣдовательныхъ измѣненій. Описаніе этихъ переходныхъ формъ потребовало бы однако

слишкомъ много времени и пояснительныхъ рисунковъ*). Совершенно подобнымъ же рядомъ разсужденій могли бы мы объяснить, какъ другой, еще болѣе причудливый, цвѣтокъ орхидеи могъ произойти изъ правильнаго цвѣтка, подобнаго, на примѣръ, лиліи. Морфологія или сравнительная анатомія растений полна подобныхъ примѣровъ; можно сказать, она вся состоитъ изъ нихъ.

Итакъ, если ученіе о метаморфозѣ поясняетъ, какимъ образомъ рядомъ нечувствительныхъ переходовъ различные органы одного и того же растенія могли произойти одинъ изъ другого, то сравнительно анатомическое изученіе одинаковыхъ органовъ различныхъ растений приводитъ къ подобному же заключенію, что одна растительная форма могла произойти изъ другой, потому что какое значеніе придадимъ мы иначе этимъ на каждомъ шагѣ встрѣчающимся, зачаточнымъ или, вѣрнѣе, выродившимся органамъ, которые постепенно указываютъ на существованіе перехода между несходными формами.

Еще болѣе утверждаетъ насъ въ этомъ убѣжденіи изученіе организмовъ въ зачаточномъ состояніи. Всѣ данныя эмбриологіи свидѣлствуютъ, что сходства, аналогіи, ускользающія, неуловимыя, на вполнѣ развитыхъ организмахъ становятся ясными при изученіи ихъ исторіи развитія. Такъ, напр., въ растительномъ царствѣ нѣтъ болѣе глубокаго, болѣе коренного различія, чѣмъ между растеніями споровыми и сѣменными; казалось бы, что между этими двумя полуцарствами лежитъ пропасть, черезъ которую невозможно перешагнуть. И однако Гофмейстеру уда-

*) Говоря о цвѣткѣ, мы пришли къ заключенію, что все значеніе этого сложнаго тычиночнаго аппарата шалфея состоитъ въ томъ, чтобы содѣйствовать перекрестному оплодотворенію при содѣйствіи насѣкомыхъ; но это перекрестное оплодотвореніе, очевидно, достигалось бы еще полнѣе, если бы цвѣты сдѣлались раздѣльнополыми, т.-е. въ однихъ цвѣтахъ заключались бы пестики, въ другихъ—тычинки. Въ такомъ случаѣ въ женскихъ цвѣтахъ этотъ сложный и постепенно выработавшійся тычиночный аппаратъ оказался бы излишнимъ, и дѣйствительно, не у алтечнаго шалфея, который нами описанъ, а у другого вида—у полевого шалфея—вмѣстѣ съ обоеполыми цвѣтами встрѣчаются и женскіе, и въ нихъ можно прослѣдить, какъ этотъ замысловатый аппаратъ, ставшій безполезнымъ, мало-по-малу атрофировался, проходя въ обратномъ порядкѣ почти тѣ же фазы, черезъ которыя долженъ былъ пройти при своемъ образованіи.

лось «перекинуть мостъ» черезъ эту пропасть. Изученіе исторіи развитія высшихъ споровыхъ и низшихъ сѣменныхъ растений обнаружило существованіе связи между этими группами и даже указало, какимъ путемъ долженъ былъ совершиться этотъ переходъ. Мы видѣли ранѣе, что самые типическіе изъ споровыхъ растений, наприм., папоротники, оплодотворяются живчиками, а сѣменные растенія — пыльцевыми трубками. На основаніи своихъ обширныхъ изслѣдованій, Гофмейстеръ предсказалъ, что у извѣстныхъ цвѣтковыхъ растений въ цвѣтневыхъ трубочкахъ найдутся живчики, и черезъ двадцать лѣтъ послѣ его смерти это предсказаніе блистательно оправдалось. Точныя науки, астрономія, физика, химія, гордятся такими пророчествами. Пророчество Гофмейстера — самый блестящій примѣръ въ области морфологіи *). Голосѣменные, куда относятся наши хвойныя, образуютъ связующее звено между двумя полуцарствами растительнаго міра, у нихъ и были найдены живчики; но мы уже видѣли, что геологія совершенно независимо отъ этого вывода исторіи развитія и гораздо ранѣе его указывала, что такова была хронологическая послѣдовательность появленія этихъ группъ на землѣ **). Вспомнимъ еще одинъ изъ результатовъ предшествовавшей лекціи, что невозможно установить фізіологической границы между растеніемъ и животнымъ; вспомнимъ, наконецъ, что начало всякаго организма — клѣточка или просто комокъ протоплазмы — сходно у всѣхъ живыхъ существъ, и мы необходимо придемъ къ заключенію о единствѣ органическаго міра, о непосредственной, родственной связи всего живого на землѣ.

Въ виду такого согласнаго и разнообразнаго свидѣтельства всѣхъ отраслей біологической науки можетъ показаться страннымъ, даже непонятнымъ, что заключеніе это могло встрѣтить противниковъ, еще встрѣчаетъ ихъ и теперь.

Для того, чтобы выяснитъ происхожденіе разногласія между учеными по этому вопросу, мы должны на время остановиться

*) Тѣмъ болѣе странно, что въ своемъ подробномъ изложеніи этого вопроса пр. Бородинъ (Процессъ оплодотворенія въ растительномъ царствѣ) нашелъ возможнымъ даже не упомянуть имени геніальнаго ученаго.

**) Недавнее открытіе одного англійскаго ботаника подтвердило и съ палеонтологической точки связи между папоротниками и тѣми голосѣмными у которыхъ найдены живчики — новое торжество Гофмейстера.

на нѣсколько, быть можетъ, скучныхъ техническихъ подробностяхъ, безъ которыхъ, однако, источникъ этого разногласія остался бы непонятнымъ. Изучающій органическую природу очень скоро выноситъ убѣжденіе, что организмы представляютъ различныя степени взаимнаго, какъ принято выражаться, *сродства*. Для выраженія этихъ степеней сродства при систематическомъ описаніи организмовъ ихъ соединяютъ въ группы все болѣе тѣсныя и для обозначенія этихъ группъ пользуются преимущественно терминами, которыми обозначаютъ степени родства, каковы: семейство, колѣно, родъ и проч. Самую тѣсную группу, образованную существами, наиболѣе между собою сходными, — группу, составляющую какъ бы собирательную единицу, изъ которой слагаются другія группы, Линней назвалъ *видомъ*. Изъ видовъ слагаются роды, изъ родовъ семейства и т. д. Такъ, наприм., фіалка и анютины глазки представляютъ два вида Линнеевскаго рода *Viola*; двѣ ольхи — черная и сѣрая — два вида рода *Alnus*; осель и лошадь соединены въ одинъ родъ *Equus*, волкъ и собака — въ одинъ родъ *Canis* и т. д. Установленіе видовыхъ группъ было громаднымъ успѣхомъ въ наукѣ: оно доставило возможность создать строго систематическую классификацію организмовъ. Но, установивъ эту собирательную единицу ихъ системы, эту видовую группу, — систематики, не столько самъ Линней, сколько его послѣдователи, стали утверждать, что видъ есть дѣйствительно что-то неизблемое, не измѣняющееся въ пространствѣ и во времени, что виды всегда были и будутъ такими, какими мы ихъ застаемъ на землѣ, что не можетъ быть и рѣчи о превращеніи одного вида въ другой и что, слѣдовательно, ученіе объ единствѣ происхожденія всѣхъ организмовъ немыслимо. Въ самомъ дѣлѣ, до сихъ поръ мы указывали на данныя, пріобрѣтенныя ученіемъ о метаморфозѣ, сравнительной анатоміей, эмбриологіей, палеонтологіей и свидѣтельствующія о возможности перехода формъ одного семейства въ формы другого (наприм., бурачиковыхъ въ губоцвѣтныя), о возможности перехода между споровыми и сѣменными растеніями, о невозможности провести границу между растительнымъ и животнымъ міромъ и т. д. Но какой же смыслъ могутъ имѣть всѣ эти факты, если справедливо, что

между существами наиболѣе близкими, между видами одного рода, невозможенъ переходъ? Если фіалка и анютины глазки всегда были такъ же различны между собою, если они не способны измѣняться, если виды неизмѣнчивы, то, конечно, всѣ наши соображенія о переходахъ между семействами, между отдѣлами растительнаго царства, между обоими царствами разлетаются въ прахъ. Отсюда ясно, что вопросъ объ единствѣ происхожденія органическихъ существъ (а слѣдовательно, какъ мы видѣли, и болѣе широкій вопросъ о причинѣ ихъ совершенства) связанъ съ вопросомъ объ измѣнчивости или вообще о происхожденіи видовъ, и потому понятно, что произведшее переворотъ во всемъ естествознаніи сочиненіе Дарвина носить это сухое техническое названіе.

Точно ли справедливо, какъ это упорно утверждаютъ нѣкоторые естествоиспытатели, что виды неизмѣнчивы? Во-первыхъ, мы знаемъ, что въ природѣ не существуетъ двухъ безусловно сходныхъ формъ: растенія, взшедшія изъ сѣмянъ, взятыхъ изъ одного плода, представляютъ различіе, слѣдовательно, о полномъ сходствѣ не можетъ быть и рѣчи, да о немъ никто никогда не помышлялъ. Мало того, мы очень хорошо знаемъ, что и въ предѣлахъ вида можно найти болѣе тѣсныя группы существъ, еще ближе между собою сходныя. Такимъ образомъ видъ, который служитъ единицей для группъ высшихъ порядковъ, самъ въ свою очередь распадается на единицы низшихъ порядковъ. Всякій знаетъ, какъ различны породы собакъ, какъ разнообразны сорта пшеницы, какъ многочисленны разновидности цвѣтовъ, ежегодно появляющіяся въ преісъ-курантахъ садоводовъ. Гдѣ же это прославленное постоянство вида? На это у защитниковъ неподвижности вида готовъ отвѣтъ. Они говорятъ: «да, конечно, въ предѣлахъ вида могутъ совершаться измѣненія, но этимъ измѣненіямъ есть граница; степень различія между разновидностями никогда не можетъ быть такъ же велика, какъ между видами»,—другими словами, путемъ такого измѣненія, какимъ образуются разновидности, не могутъ образоваться новые виды. Такимъ образомъ вопросъ о постоянствѣ вида сводится въ сущности на вопросъ о предѣлахъ измѣнчивости или вообще о значеніи разновидностей. Послѣ такого категори-

ческаго заявленія о различіи между видомъ и разновидностью, казалось, можно было бы ожидать, что защитники неизмѣняемости видовъ обладаютъ точнымъ опредѣленіемъ того и другого и снабдятъ насъ вѣрнымъ критеріемъ для того, чтобы мы могли знать, когда мы имѣемъ дѣло съ двумя разновидностями одного вида, когда съ двумя самостоятельными видами. Ничуть; этого-то они и не сдѣлали и даже не въ состояніи сдѣлать, потому что и то, и другое ускользаетъ отъ опредѣленія, и мы вскорѣ увидимъ тому причину. Исходя изъ апіористическаго убѣжденія, что видъ не можетъ происходить изъ другого вида, защитники его постоянства обыкновенно руководятся правиломъ, что двѣ формы, связанныя переходными формами, какъ бы онѣ ни были различны между собою, не могутъ быть признаны за самостоятельные виды. Пользуясь этимъ правиломъ, ихъ противники указываютъ имъ на примѣры видовъ, между которыми нашлись переходныя формы. Тогда они отвѣчаютъ: «значитъ мы ошиблись, признавъ за видъ то, что въ сущности—разновидность». Понятно, что, вращаясь такимъ образомъ въ ложномъ логическомъ кругѣ, они остаются неуязвимыми. Утверждая, что виды не измѣнчивы, они каждую измѣнчивую форму, за отсутствіемъ положительныхъ признаковъ, отличающихъ видъ отъ разновидности, всегда могутъ разжаловать въ разновидность. Впрочемъ, было время, когда защитники неподвижности вида лелѣяли надежду основать это различіе между видомъ и разновидностью на положительномъ фізіологическомъ признакѣ. Возникло убѣжденіе, что всѣ представители одного вида, всѣ его разновидности, какъ бы они ни были между собою различны, могутъ скрещиваться между собою, образуя помѣси, способныя къ дальнѣйшему размноженію, что, напротивъ, виды не способны образовать помѣси, или если и образуютъ ихъ, то онѣ обречены на безплодіе. Въ этомъ будто бы неизмѣнномъ законѣ усматривали даже какой-то умыселъ природы, которая, создавъ извѣстное число видовыхъ формъ, позаботилась о томъ, чтобы онѣ сохранились навѣки неизмѣнными, и для этого оградила ихъ отъ возможности измѣняться путемъ образованія помѣсей. Но, говоря объ оплодотвореніи, мы уже познакомились съ фактами, которые оконча-

тельно опровергаютъ это мнѣніе; мы видѣли, что иногда оплодотвореніе собственной пыльцой или пыльцой сходнаго растенія бываетъ менѣе плодородно, чѣмъ оплодотвореніе пыльцой чужого или несходнаго растенія, что, наконецъ, оплодотвореніе пыльцой другого вида бываетъ иногда плодороднѣе, чѣмъ оплодотвореніе пыльцой того же вида *). Сознвая невозможность предложить какой-нибудь положительный критерій для отличія вида отъ разновидности, защитники этого ученія любятъ ссылаться на извѣстный «тактъ», или чутье, которымъ натуралистъ будто бы руководится при разрѣшеніи этого вопроса. Но какъ мало надеженъ этотъ пресловутый тактъ, можно всего лучше усмотрѣть изъ слѣдующихъ цифръ: оказывается, что пока родъ заключаетъ немного видовъ, ботаники согласны между собою относительно ихъ числа, но какъ только родъ заключаетъ, наприм., свыше четырехъ видовъ,—являются разногласія. До чего могутъ доходить эти разногласія,—видимъ изъ одного примѣра: въ родѣ *Niegasium* ботаники насчитываютъ—кто 20, кто—300 видовъ. Относительно ежевики, ивы и множества другихъ растений повторяется то же разногласіе. Очевидно, одни принимаютъ за видъ то, что для другихъ только разновидность. Въ виду этихъ разногласій у систематиковъ явилось даже выраженіе «хорошій видъ» для отличія всѣми признаваемаго, очевиднаго вида отъ вида сомнительнаго. Это обиліе противорѣчій, несомнѣнно, приводитъ къ одному заключенію, именно, что невозможно провести строгую, логическую границу между видомъ и разновидностью, что невозможно всегда, во всякомъ случаѣ безошибочно, прилагать эти понятія къ дѣйствительности. А этотъ выводъ невольно наводитъ на сомнѣніе, не вкралась ли и въ этотъ вопросъ логическая ошибка, подобная той, которую мы указали въ вопросѣ о различіи между растеніемъ и животнымъ. Можетъ быть ни видъ, ни разновидность дѣйствительно не существуютъ въ природѣ, какъ двѣ качественно различныя категоріи; можетъ быть, и они только типическія представленія—созданія нашего ума. Поста-

*) Читатели, желающіе подробнѣе ознакомиться съ этимъ вопросомъ и вообще съ теоріей Дарвина, найдутъ общепонятное ея изложеніе въ моей книгѣ „Чарльзъ Дарвинъ и его ученіе“.

раемся пояснить примѣромъ. Мы ясно сознаемъ различіе между ребенкомъ и взрослымъ; мало того, мы различаемъ даже дѣтей, отроковъ, юношей, мужей, старцевъ и т. д., и въ большинствѣ случаевъ эти понятія вполне приложимы къ дѣйствительности, иначе они и не могли бы сложиться въ нашемъ умѣ. Но изъ этого не слѣдуетъ, что они должны быть приложимы ко всякому безъ исключенія случаю. Никому, конечно, никогда не придетъ въ голову утверждать, что во всякомъ данномъ случаѣ можно и должно разрѣшить вопросъ: имѣемъ ли мы предъ собою отрока или юношу, мужа или старца и т. д., и однако именно надъ подобною задачей бьются систематики, желающіе разрѣшить вопросъ, слѣдуетъ ли считать такой-то *сомнительный* видъ за видъ или за разновидность. Видъ и разновидность въ большинствѣ случаевъ ясно различаются между собою, но изъ этого не слѣдуетъ, чтобы это были двѣ категоріи, отличныя по существу; напротивъ, различіе между ними исключительно количественное; это двѣ величины, постепенно переходящія одна въ другую: съ одного конца мы имѣемъ неглубокія индивидуальныя различія, затѣмъ полуразности, *ясныя разновидности*, породы, сомнительныя виды, и, наконецъ настоящіе, *хорошіе виды* *). Однимъ словомъ, единственный логическій выходъ изъ этого, полнаго противорѣчій, вопроса о видѣ и разновидности заключается въ принятіи формулы Дарвина: «разновидность есть зачинающійся видъ; видъ — рѣзкая разновидность», такъ же какъ дитя есть неразвившійся человѣкъ, — взрослый человѣкъ есть развившееся дитя и по той же причинѣ ни тамъ, ни здѣсь невозможно провести рѣзкой границы. Продолжимъ наше сравненіе. Представимъ себѣ, что какое-нибудь существо, обладающее очень краткимъ періодомъ существованія, могло бы задаться вопросомъ, происходитъ ли взрослый человѣкъ изъ ребенка, или это два независимыя существа. Увидать собственными глазами это превращеніе нашему воображаемому существу не удалось бы, по краткости его

*) И дѣйствительно, если въ былое время систематики могли оканчивать свое дѣленіе на видъ, то въ настоящее время уже существуетъ до четырехъ общепринятыхъ подраздѣленій, стоящихъ ниже вида.

существованія, но тѣмъ не менѣе, замѣтивъ, что между груднымъ ребенкомъ и старикомъ существуетъ цѣлый рядъ нечувствительныхъ переходныхъ формъ, замѣтивъ далѣе, что всѣ эти существа, хотя и въ ничтожной степени, но все же измѣняются на его глазахъ и именно въ извѣстномъ только направленіи, т.-е. старѣются,—оно пришло бы къ заключенію, что и дитя, которое оно видитъ, со временемъ будетъ старикомъ и старикъ когда-то былъ ребенкомъ. Предположимъ далѣе, что на это заключеніе другое, подобное же воображаемое, существо выразило бы: «пока я не увижу этого превращенія собственными глазами, — а этому, разумѣется, никогда не бывать, до тѣхъ поръ я утверждаю и буду утверждать, что взрослый человекъ никогда не былъ ребенкомъ». Скажите, на чьей сторонѣ была бы истина: на сторонѣ ли того, кто всю совокупность своего опыта связываетъ однимъ строго-логическимъ выводомъ, или на сторонѣ того, кто, равно отвергая и свидѣтельство опыта и требованія логики, упорно замыкается въ какой-то псевдофилософскій скептицизмъ? Но таково именно положеніе двухъ противоположныхъ лагерей ученыхъ по отношенію къ вопросу о видѣ. Жизнь, не только одного человека, но и многихъ поколѣній ничтожна въ сравненіи съ періодомъ времени, необходимымъ для образованія новаго вида; тѣмъ не менѣе, тѣ изъ ученыхъ, которые отвергаютъ постоянство вида, видя вообще измѣнчивость органическихъ существъ и принимая во вниманіе невозможность установить различіе между видомъ и разновидностью, необходимо приходятъ къ заключенію, что виды образовались изъ разновидностей, что разновидности только, такъ сказать, послѣдовательныя стадіи на пути къ образованію новыхъ видовъ.

Какъ ни убѣдителенъ подобный способъ разсужденія, тѣмъ не менѣе не подлежитъ сомнѣнію, что непосредственное наблюденіе факта образованія новыхъ видовъ было бы, конечно, еще убѣдительнѣе. Если виды измѣняются, то не могли ли они измѣниться, за память исторіи, настолько, чтобы дать начало другимъ видамъ? Доказать это по отношенію къ организмамъ, находящимся въ естественномъ состояніи, невозможно, такъ какъ о нихъ не имѣется данныхъ за достаточно долгій періодъ.

Нѣсколько легче, хотя все же сопряжено со значительными трудностями, разрѣшеніе этого вопроса по отношенію къ воздѣлываемымъ растеніямъ или прирученнымъ животнымъ, о которыхъ имѣемъ историческія указанія. Главное затрудненіе заключается въ трудности найти доказательство, что различныя, рѣзко между собою отличающіяся породы животныхъ или растеній происходятъ дѣйствительно отъ одного вида, но, тѣмъ не менѣе, въ нѣкоторыхъ случаяхъ это удалось Дарвину вполне, въ особенности относительно породы голубей. Онъ доказалъ, что современныя породы голубей, различающіяся между собою настолько, что будь онѣ найдены въ естественномъ состояніи, ихъ отнесли бы не только къ различнымъ видамъ, но даже къ различнымъ родамъ, тѣмъ не менѣе, несомнѣнно, произошли отъ одного вида голубя.

Но у защитниковъ гипотезы постоянства видовъ имѣется въ запасѣ еще одинъ и очень вѣскій доводъ. Они говорятъ: допустимъ, что виды происходятъ одни отъ другихъ, но куда же дѣлись въ такомъ случаѣ всѣ тончайшія переходныя формы, которыя должны же были существовать? Почему онѣ исчезли? Почему виды представляютъ намъ обыкновенно совершенно обособленныя, разрозненныя группы существъ? Напомнимъ мимоходомъ, что фактъ отсутствія переходовъ между видами во многихъ случаяхъ сомнителенъ, такъ какъ мы видѣли, что стоитъ только обнаружить такой переходъ между двумя видами, и защитники неизмѣнности вида скажутъ: значить это не были виды. Но, тѣмъ не менѣе, для громаднаго большинства случаевъ этотъ доводъ сохраняетъ свою полную силу; настоящіе, несомнѣнные, *хорошіе* виды дѣйствительно не бываютъ соединены переходными формами, и фактъ этотъ служилъ главнымъ препятствіемъ для всѣхъ предшествовавшихъ попытокъ допустить происхожденіе видовъ путемъ измѣненія; всѣ онѣ разбивались объ этотъ сокрушающій доводъ. Какъ относится къ нему теорія Дарвина, мы увидимъ ниже, когда познакоимся съ главными основаніями этого ученія, а пока замѣтимъ, что изъ этого самаго грознаго оружія своихъ противниковъ эта теорія сдѣлала могущественное оружіе своей защиты: она вполне объясняетъ фактъ отсутствія переходныхъ формъ; мало

того, ихъ существованіе явилось бы сильнымъ доводомъ противъ нея. Въ этомъ заключается одно изъ существенныхъ ея достоинствъ, ея сила и преимущество передъ прочими попытками такого рода.

До сихъ поръ мы приводили доводы въ защиту, а также старались отразить всевозможныя возраженія противъ допущенія, что органическій міръ имѣетъ исторію. Согласно съ свидѣтельствомъ всѣхъ отраслей біологической науки мы старались доказать, что то *сродство* организмовъ, которое допускаютъ всѣ безъ исключенія естествоиспытатели, можетъ быть объяснимо только ихъ кровнымъ *родствомъ*. Значить, организмы имѣютъ генеалогію, т.-е. исторію. Обращаясь ко второй половинѣ нашей задачи, мы должны теперь доказать, что этотъ историческій процессъ необходимо ведетъ къ совершенствованію организмовъ, разумѣя подъ совершенствомъ приспосабливаніе органа къ его управленію, организма—къ обитаемой имъ средѣ.

Видя, что органическій міръ представляетъ постепенную лѣстницу существъ, начиная съ простѣйшихъ, кончая болѣе совершенными, усматривая, что это совершенствованіе совпадаетъ съ хронологическимъ порядкомъ появленія этихъ существъ на землѣ, многіе естествоиспытатели видѣли въ самомъ фактѣ доказательство, что органическому міру присуще стремленіе къ совершенствованію, полагали, что это свойство не подчиняется дальнѣйшему объясненію; другіе хотя и пытались дать этому факту раціональное объясненіе, но по большей части съ малымъ успѣхомъ. Дарвинъ первый указалъ на ближайшія причины, на тѣ болѣе общіе законы природы, которые имѣютъ результатомъ поступательное развитіе, прогрессъ или *эволюцію* органическаго міра. Для этого онъ употребилъ пріемъ, который съ перваго взгляда можетъ показаться парадоксальнымъ и логическій смыслъ котораго до сихъ поръ не понимаютъ, или, вѣрнѣе, несмотря на разъясненія, не хотятъ понять многіе изъ его противниковъ. Для того, чтобы выяснить, какимъ образомъ, путемъ историческаго развитія, органическій міръ могъ придти къ той степени совершенства, которую

мы въ немъ усматриваемъ, Дарвинъ задакъ прежде вопросомъ: какъ достигается подобной же цѣли человѣкъ, какъ совершенствуется онъ свои искусственныя породы растений и животныхъ? — и пришелъ къ тому заключенію, что главнымъ дѣятелемъ здѣсь является *отборъ* (Selection), состоящій, какъ мы видѣли *), въ томъ, что изъ каждаго поколѣнія отбираются на племя только тѣ организмы, которые вполнѣ соотвѣтствуютъ имѣющимся въ виду цѣлямъ. Въ самой простой и совершенной формѣ отборъ этотъ заключается въ истребленіи всѣхъ неудовлетворительныхъ особей; когда садовникъ, напримеръ, желаетъ вывести или поддержать новую разновидность растения, онъ ограничивается тѣмъ, что уничтожаетъ всѣ растения, соотвѣтствующія его идеалу.

Далѣе Дарвинъ ставитъ вопросъ; не подвигается ли и природа къ совершенству путемъ такого же отбора? Обыкновенно не удается даже высказать до конца этого предположенія, какъ уже изъ противоположнаго лагеря поднимаются преждевременно торжествующіе возгласы, сыплются возраженія вродѣ слѣдующихъ: «Можетъ ли быть что-нибудь общаго между процессомъ, направляемымъ сознательною волей человѣка, и дѣйствіемъ слѣпыхъ силъ природы? Вы беретесь объяснить происхожденіе органическихъ формъ на основаніи физическихъ законовъ, а начинаете съ того, что олицетворяете природу, приписывая ей сознательную дѣятельность, способность выбирать?» Не смущаясь этими возгласами, этими скороспѣлыми опроверженіями, не идущими далѣе *слова*, познакоимся съ сущностью *отъла* и тогда легко поймемъ мысль великаго ученаго. Для того, чтобы скачокъ не показался слишкомъ рѣзкимъ, Дарвинъ прежде всего останавливается на тѣхъ случаяхъ, которые онъ называетъ безсознательнымъ отборомъ. Дикари въ голодные годы бываютъ вынуждены истреблять часть своихъ домашнихъ животныхъ и, разумѣется, сохраняютъ лучшихъ изъ нихъ, вслѣдствіе этого они невольно, не имѣя того въ виду, улучшаютъ породу. Они это дѣлаютъ даже противъ воли, потому что если бы была возможность, то они

*) См. 8 главу.

охотно сохранили бы и менѣе удовлетворительные экземпляры. Отбирая единичныхъ животныхъ, они съ теченіемъ времени совершенствуютъ породу, но, тѣмъ не менѣе, по отношенію къ достигаемому результату дѣйствуютъ, какъ слѣпое орудіе, какъ безсознательная стихійная сила.

Итакъ, можно ли допустить въ природѣ безсознательный отборъ? Для того, чтобы этотъ вопросъ не показался слишкомъ страннымъ, мы можемъ сдѣлать въ немъ небольшую подстановку и тогда онъ намъ представится совершенно въ иномъ свѣтѣ. Мы видѣли, что въ наиболѣе простой и дѣйствительной формѣ процессъ отбора сводится на уничтоженіе неудовлетворительныхъ формъ. Значить, поставленный вопросъ мы можемъ замѣнить другимъ: существуетъ ли въ природѣ истребленіе неудовлетворительныхъ формъ? Подобный процессъ истребленія былъ бы равносильнъ усовершенствованію. На этотъ вопросъ наука даетъ самый рѣшительный, положительный отвѣтъ: да, существуетъ въ колоссальныхъ размѣрахъ и съ неумолимою строгостью. Это явленіе основывается на одномъ свойствѣ, общемъ для всѣхъ органическихъ существъ. Свойство это заключается въ томъ, что воспроизведеніе организмовъ всегда связано съ ихъ размноженіемъ. Это фактъ до того общій, до того постоянный, что нерѣдко даже употребляютъ одно выраженіе вмѣсто другого, т.-е. размноженіе вмѣсто воспроизведенія. Дѣйствительно, мы не знаемъ ни одного примѣра органическаго существа, которое бы нормально, въ теченіе всей своей жизни, производило одно только новое существо. Напротивъ, обыкновенно размноженіе идетъ въ быстро возрастающей геометрической прогрессіи. Фактъ этотъ имѣетъ громадныя послѣдствія, значеніе которыхъ было впервые оцѣнено Дарвиномъ. Только давъ себѣ трудъ вычислить на одномъ какомъ-нибудь примѣрѣ потомство, которое произведетъ одинъ организмъ въ нѣсколько лѣтъ, мы въ состояніи вполне оцѣнить, какъ быстро размножаются органическія существа. Такъ, наприм., если бы сохранилось все потомство одного растенія одуванчика, желтые цвѣты котораго непріятно пестрятъ наши газоны, то черезъ десять-двѣнадцать лѣтъ оно покрыло бы всю сушу на землѣ. Но одуванчикъ еще не особенно плодовитъ;

самая обыкновенная из наших орхидей—«кукушкины слезки,—по вычисленію Дарвина, производитъ въ годъ не менѣе 180.000 сѣмянъ, такъ что уже правнуки одного растенія покрыли бы всю сушу сплошнымъ зеленымъ ковромъ. И это еще не предѣлъ плодovitости; есть орхидныя, сѣмена которыхъ должно считать милліонами; вспомнимъ, наконецъ, тѣ невидимыя для глазъ пылинки-споры, которыя образуются на изнанкѣ листьевъ папоротника; каждая изъ нихъ способна дать начало новому растенію.

Какими же послѣдствіями должно сопровождаться это громадное размноженіе всѣхъ безъ исключенія организмовъ, это стремленіе каждаго изъ нихъ завладѣть всею землею? Результатъ очевиденъ: большинство этихъ существъ погибаетъ. Можно даже сказать, что та часть, которая выживаетъ, ничтожна въ сравненіи съ той, которая обречена на гибель. Между представителями каждаго, вновь нарождающагося, поколѣнія завязывается ожесточенное состязаніе, изъ котораго выходить побѣдителями лишь немногіе. Но что же опредѣляетъ сохраненіе этихъ избранниковъ? Какое обстоятельство рѣшаетъ въ ихъ пользу исходъ борьбы? Очевидно, ихъ собственное превосходство, совершенство ихъ организаціи, разумія подъ совершенствомъ, какъ уже сказано, приспособленіе органа къ отправленію, организма—къ средѣ. Въ чѣмъ будетъ заключаться это совершенство, мы въ большей части случаевъ не въ состояніи даже усмотрѣть, да и легко понять, какъ разнообразны и въ различныхъ случаяхъ даже совершенно противоположны могутъ быть свойства, доставляющія перевѣсъ въ жизненной борьбѣ. Въ одномъ случаѣ избраннымъ окажется растеніе, которое проросло ранѣе другихъ, ранѣе ихъ явилось на жизненный пиръ, успѣло захватить себѣ мѣсто; въ другомъ случаѣ, наоборотъ, окажется избраннымъ, т.-е. уцѣлѣетъ именно растеніе, проросшее позже остальныхъ и, такимъ образомъ, спасшееся отъ позднихъ морозовъ, которые побьютъ его слишкомъ поторопившихся соперниковъ. *Борьба за существованіе* и ея неизбѣжное послѣдствіе, сохраненіе совершеннѣйшаго, или, какъ Дарвинъ выражается иносказательно, *естественный отборъ*, представляетъ необходимое логическое слѣд-

ствіе закона быстрого размноженія органическихъ существъ *). И не одни только подобныя дедуктивныя доказательства можно привести въ подтвержденіе факта борьбы и отбора; непосредственное наблюденіе приводитъ къ тому же выводу. Стоитъ, наприм., взять смѣсь какихъ-нибудь цвѣточныхъ сѣмянъ, напр., душистаго горошка различныхъ колеровъ, и, собирая каждый годъ всѣ сѣмена, высѣвать ихъ на ту же грядку, для того чтобы черезъ нѣсколько лѣтъ замѣтить, что нѣкоторые изъ колеровъ вытѣснятъ остальные; значитъ, даже такой незначительный признакъ, какъ цвѣтъ (а вѣроятноже, какое-нибудь съ нимъ связанное, но ускользающее отъ непосредственнаго наблюденія, свойство), уже въ состояніи доставить перевѣсъ въ жизненной борьбѣ. Подобный же результатъ обнаруживается при опытахъ удобренія естественныхъ луговъ. Мы видѣли, что азотистыя удобренія и минеральныя соли, содержащія фосфорную кислоту и калий, составляютъ безспорно полезную, необходимую пищу каждаго растенія; но если начать удобрять естественный лугъ, содержащій извѣстный процентъ злаковыхъ растеній и извѣстный процентъ бобовыхъ растеній, то замѣтимъ, что при употребленіи одного азотистаго удобренія злаки одолеваютъ и начнутъ вытѣснять бобовыя растенія; наоборотъ, при употребленіи безазотистыхъ удобреній перевѣсъ окажется на сторонѣ бобовыхъ. Оба удобренія полезны для обоихъ родовъ растеній, но въ различной степени, и, подъ вліяніемъ этого различія, успѣхъ въ жизненной борьбѣ выпадаетъ на долю то одного, то другого. Наконецъ, какъ справедливо было замѣчено, стоить только вспомнить тѣ усилія, которыя земледѣлецъ долженъ дѣлать, чтобы оградить свои поля отъ вторженія полчищъ сорныхъ травъ, для того чтобы понять, какую борьбу должны были бы выдерживать и какъ неминуемо погибли

*) Это примѣненіе слова *отборъ* въ иносказательномъ, метафорическомъ смыслѣ ввело (какъ мы уже упоминали объ этомъ выше) многихъ критиковъ въ заблужденіе: они стали утверждать, что самое выраженіе „отборъ“ указываетъ, что Дарвинъ вынужденъ приписывать природѣ сознательную дѣятельность. Если съ самаго начала въ такоеза блужденіе могли впадать только люди не очень сообразительные, то въ настоящее время, послѣ данныхъ Дарвиномъ объясненій, къ такой уловкѣ могутъ прибѣгать только люди, очень неразборчивые въ выборѣ полемическихъ приемовъ.

бы въ этой борьбѣ наши воздѣлываемыя растенія, если бы были предоставлены ствоимъ собственнымъ силамъ. Значить, фактъ борьбы за существованіе, вытекающій съ очевидностью математической истины изъ закона геометрической прогрессіи размноженія живыхъ существъ, подтверждается и свидѣтельствомъ непосредственнаго опыта. А эта борьба, такимъ же логически неизбѣжнымъ образомъ, ведетъ къ естественному отбору, т.-е. совершенствованію, хотя бы ускользающему отъ наблюденія, въ каждомъ отдѣльномъ поколѣніи. Если мы примемъ во вниманіе свидѣтельство геологіи о томъ почти неизмѣримомъ промежуткѣ времени, который истекъ со времени появленія организмовъ на землѣ, то охотно согласимся, что процессъ отбора, дѣйствующій съ такою неумолимою строгостью и въ такіе длинные сроки, вполне можетъ объяснить намъ какъ разнообразіе органическихъ формъ, такъ и совершенство ихъ приспособленія.

Итакъ, образованіе органическихъ формъ и ихъ неуклонное приближеніе къ совершенству можетъ быть разсматриваемо какъ необходимое логическое слѣдствіе трехъ основныхъ свойствъ, присущихъ организмамъ. Эти свойства: способность измѣняться, способность передавать потомству свои измѣненія, т.-е. наследственность, и способность размножаться, неразрывно связанная съ воспроизведѣніемъ.

Способность организмовъ измѣняться не подлежитъ сомнѣнію; мы не знаемъ двухъ существъ абсолютно между собою сходныхъ, но причины, вызывающія измѣненія и отношенія этой способности къ другому фактору—къ отбору, нуждаются въ нѣкоторыхъ разъясненіяхъ. Исходною причиною, вызывающею въ организмѣ измѣненія, должно быть непосредственное или посредственное дѣйствіе внѣшнихъ условій, а затѣмъ уже дѣйствіе вторичныхъ вліяній, соотношенія въ развитіи частей, упражненія органовъ и т. д. Однако въ большей части случаевъ бываетъ очень трудно уловить связь между измѣненіемъ и вызвавшимъ его вліяніемъ,—тогда мы называемъ его случайнымъ; но понятно, что случайныхъ, въ буквальномъ смыслѣ слова, явленій наука не можетъ допустить; случайнымъ мы называемъ его только, пока его необходимая причина для насъ

скрыта. Затрудненія, которыя мы встрѣчаемъ при попыткахъ распутать связь между измѣненіемъ и вызвавшимъ его вліяніемъ, зависать, главнымъ образомъ, отъ двухъ обстоятельствъ: во-первыхъ, отъ того, что когда уже обнаружилость уклоненіе, то уже поздно доискиваться его причины, а во-вторыхъ, отъ того, что внѣшнія вліянія рѣдко оказываютъ прочное дѣйствіе на вполне развитый организмъ, а, вѣроятноже, гораздо чаще—на организмы зачаточные, еще развивающіеся, что само собою понятно, такъ какъ чѣмъ раньше подѣйствуетъ вліяніе, тѣмъ глубже должны быть послѣдствія. Доказательствомъ тому, какъ глубоко дѣйствуютъ причины, вліяющія въ первые моменты существованія, служить, наприм., невозможность передачи нѣкоторыхъ уклонныхъ формъ иначе какъ путемъ безполагаго размноженія, такъ какъ вліяніе другого родителя въ процессѣ полового размноженія достаточно сильно, чтобы потрясти всю организацію и воспрепятствовать передачѣ желаемого признака. Одну изъ вторичныхъ причинъ измѣнчивости слѣдуетъ видѣть въ дѣйствіи такъ называемаго закона «*соотношенія развитія*», состоящаго въ томъ, что чрезмѣрное развитіе одной части влечетъ за собою недоразвитіе другой; организмъ, располагая въ данный моментъ только извѣстнымъ количествомъ питательныхъ веществъ, по выраженію Гёте, «расщедрившись въ одномъ направленіи, долженъ соблюдать экономію въ другомъ». Наконецъ, однажды сложившійся органъ можетъ, повидимому, развиться далѣе въ силу именно своего употребленія *).

Измѣненія, возникающія подѣ вліяніемъ физическихъ условий, очевидно, сами по себѣ безразличны; они одинаково могутъ быть и полезны и вредны для организма; только борьба и отборъ направляютъ измѣнчивость въ одномъ направленіи, уничтожая вредныя, сохраняя полезныя уклоненія, такъ что, накопляясь въ длинномъ рядѣ поколѣній, едва замѣтныя измѣненія принимаютъ, наконецъ, значительные размѣры. Постараемся пояснить на примѣрѣ, какая доля явленія должна принадлежать собственно измѣнчивости, какая доля—послѣдующему дѣйствію отбора. Выше мы пытались объяснить се-

*) Не выяснено еще, какія изъ приобрѣтенныхъ путемъ упражненія измѣненія наследуются, какія нѣтъ.

бѣ происхожденіе симметрическаго цвѣтка изъ правильнаго, указывая на цѣлый рядъ переходныхъ формъ, но, очевидно, это еще не объясняетъ первоначальнаго возникновенія симметріи, первоначальнаго уклоненія отъ правильности. Съ значительною степенью вѣроятія можно предположить, что это превращеніе совершилось подъ вліяніемъ силы тяжести, дѣйствующей на еще развивающіеся цвѣтки. Мы видѣли *) что растущіе органы измѣняютъ направленіе своего роста подъ вліяніемъ силы тяжести, и это измѣненіе зависитъ отъ неравномѣрнаго роста верхней и нижней части органа. То же вліяніе проявляется и инымъ образомъ: горизонтально простирающіяся вѣтви представляютъ неравномѣрное развитіе въ верхней и нижней части; листья, распредѣляющіеся на главномъ стеблѣ равномѣрно на всѣ стороны, на горизонтальныхъ вѣтвяхъ распредѣляются въ одной горизонтальной плоскости и т. д.

Наконецъ, значительное число подобныхъ же фактовъ, относящихся къ цвѣтамъ, повидимому, оправдываетъ такой взглядъ. Замѣчено, что цвѣты одного и того же растенія могутъ быть правильными или нѣсколько симметрическими, смотря по тому, какое положеніе они занимаютъ на цвѣточной оси. Такъ, наприм., у растеній съ цвѣтами правильными всѣ боковые цвѣты, имѣющіе почти горизонтальное положеніе, или цвѣты поникшіе, нерѣдко принимаютъ нѣсколько симметрическую форму, между тѣмъ какъ верхушечные цвѣты той же кисти или цвѣты прямостоячіе сохраняютъ вполнѣ правильную форму. Подобное явленіе можно замѣтить у колокольчиковъ, у глоксиній и проч. Наоборотъ, у растеній съ цвѣтами симметрическими, наприм., у губоцвѣтныхъ, орхидныхъ и друг., нерѣдко верхушечный цвѣтокъ принимаетъ совершенно правильную форму. Это явленіе попадаетъ у шалфея; всѣ боковые цвѣты соцвѣтія представляютъ характеристическую двугубую форму, а верхушечный цвѣтокъ порой представляется совершенно правильнымъ. Результаты этихъ наблюденій въ послѣднее время удалось подтвердить и прямымъ опытомъ. Устраняя дѣйствіе притяженія земли приема-

*) См. VII лекцію.

ми, описанными въ главѣ VII, удалось искусственно превращать симметрическіе цвѣты въ правильные, лучистые. Итакъ, начальное появленіе продольной симметріи въ цвѣткѣ мы можемъ приписать дѣйствию силы тяжести, остальное уже будетъ дѣломъ отбора. Такъ какъ, съ одной стороны, не подлежитъ сомнѣнію, что перекрестное опыленіе, производимое насѣкомыми, полезно для растенія, даетъ начало болѣе могучему, здоровому поколѣнію, а съ другой стороны, очевидно, что для насѣкомыхъ, посѣщающихъ цвѣты ради ихъ меда, нижняя губа представляетъ удобную точку опоры, то понятно, что въ каждомъ поколѣніи будутъ имѣть болѣе вѣроятія на сохраненіе въ жизненной борьбѣ тѣ именно растенія, цвѣты которыхъ представляютъ эту двугубую форму въ наиболѣе выраженной степени. Подобнымъ же образомъ, отчасти вслѣдствіе прямого вліянія тяжести, отчасти же на основаніи высказаннаго выше закона соотношенія развитія, сначала одна, затѣмъ и всѣ три верхнія тычинки атрофируются, а двѣ нижнія получаютъ увеличенные размѣры и, подъ вліяніемъ отбора, ту своеобразную, полезную для растенія форму. Изъ этого примѣра мы видимъ, что для объясненія происхожденія какой-нибудь, хотя бы сложной, формы достаточно показать, что первоначальное измѣненіе могло возникнуть подъ вліяніемъ физическихъ силъ (дѣйствующихъ рѣдко на вполне развитый, чаще на зачаточный организмъ), показать далѣе существованіе постепенныхъ переходныхъ формъ, доказать наконецъ—и это главное—полезность для организма этого превращенія, и тогда станетъ вполне понятнымъ, что подъ вліяніемъ *естественнаго отбора* подобная форма могла и должна была сложиться.

Такимъ образомъ, объясненіе гармоніи или совершенства органическаго міра, предлагаемое Дарвиномъ, не нуждается въ признаніи за организмомъ, а priori, стремленія къ совершенствованію, какого-то присущаго поступательнаго движенія, напротивъ, по этой теоріи, согласно съ дѣйствительностью, измѣненія сами по себѣ безразличны, они могутъ быть настолько же полезны, какъ и вредны. Но дѣйствіемъ отбора каждое вредное измѣненіе, именно въ силу своего вреда, рано или поздно обречено на гибель, каждое полезное измѣненіе пере-

дается въ слѣдующія поколѣнія. Общее поступательное движеніе, приближеніе къ совершенству достигается пресѣченіемъ всего вреднаго и медленнымъ, постепеннымъ накопленіемъ полезнаго. Такимъ образомъ, совершенство органическаго міра не представляется необъяснимою, непонятною цѣлью, а вполне понятнымъ результатомъ достовѣрныхъ, всѣмъ извѣстныхъ причинъ.

Любопытно, что къ сходному заключенію пришелъ ранѣе Дарвина другой мыслитель, не допускавшій, однако, согласно господствовавшимъ въ его время воззрѣніямъ, измѣнчивости видовъ. Огюсть Контъ въ третьемъ томѣ своей «Положительной философіи» высказываетъ слѣдующую мысль: «Безъ сомнѣнія, каждый организмъ находится въ необходимомъ соотношеніи съ опредѣленною совокупностью внѣшнихъ условій. Но изъ этого не слѣдуетъ, чтобы одна изъ этихъ двухъ совмѣстныхъ силъ вызвала другую или была вызвана ею. Мы имѣемъ дѣло только съ равновѣсіемъ двухъ силъ, совершенно независимыхъ и разнородныхъ. Если мы представимъ себѣ, что всевозможные организмы были подвергнуты послѣдовательно и въ теченіе достаточно долгаго времени дѣйствію всевозможныхъ внѣшнихъ условій, то для насъ станетъ очевидно, что большая часть этихъ организмовъ необходимо должна была бы исчезнуть, уцѣлѣли бы только тѣ, которые удовлетворяли бы основному закону указаннаго равновѣсія. По всей вѣроятности, подобнымъ путемъ исключенія (*élimination*) установилась и продолжаетъ видоизмѣняться на нашихъ глазахъ та біологическая гармонія, которую мы наблюдаемъ на нашей планетѣ». Сходство обоихъ воззрѣній заключается въ томъ, что для Конта, какъ и для Дарвина, біологическая гармонія есть результатъ исключенія, удаленія (*élimination*) всего негармоническаго, т.-е. несогласнаго съ основными законами равновѣсія между организмомъ и средой. Контъ не указалъ на путь, какимъ осуществляется это исключеніе неудовлетворительныхъ организмовъ, на его неизбежную роковую необходимость, и въ то же время для него, какъ защитника неизмѣнчивости видовъ, это равновѣсіе, эта гармонія должна была представляться чѣмъ-то неподвижнымъ, достигающимъ предѣла, между тѣмъ какъ для

Дарвина, принимающаго безграничную измѣнчивость органическихъ формъ, это равновѣсіе подвижное, гармонія, постоянно прогрессирующая, никогда не достигающая предѣла. Но если эта гармонія подвижная, неистоянная, то она не можетъ быть и безусловной; и это вполне согласно съ дѣйствительностью: абсолютнаго совершенства мы не встрѣчаемъ въ природѣ. Самымъ совершеннымъ органомъ справедливо считаютъ глазъ, но и о немъ Гельмгольцъ, лучший знатокъ этого дѣла и въ то же время человекъ, не любившій пустозвонныхъ фразъ, могъ выразиться, что если бы онъ получилъ отъ оптика приборъ съ такими недостатками, то вернулъ бы его для исправленія.

Мы видимъ, слѣдовательно, что теорія Дарвина объясняетъ намъ причину совершенства, представляемаго организмами, исходя изъ основныхъ, всѣмъ извѣстныхъ и понятныхъ свойствъ этихъ тѣлъ, не нуждаясь ни въ одной произвольной, бездоказательной посылкѣ; въ этомъ заключается ея громадное превосходство предъ всѣми прежними попытками такого рода. Другое громадное ея преимущество заключается въ томъ, что одно изъ самыхъ вѣскихъ возраженій, противъ котораго прежніе сторонники измѣнчивости органическихъ существъ не могли ничего возражать, эта теорія обратила въ свою же пользу. Возраженіе это заключается въ отсутствіи переходныхъ формъ между настоящими, *хорошими* видами. Въ самомъ дѣлѣ, если виды находятся въ родственной связи, то между ними должны же существовать соединительныя звенья, промежуточныя формы. На это теорія Дарвина отвѣчаетъ: эти формы дѣйствительно должны были существовать, но онѣ исчезли, и это исчезновеніе есть одно изъ необходимыхъ послѣдствій борьбы за существованіе и отбора. Прежде чѣмъ разъяснить это обстоятельство, замѣтимъ, что о переходной формѣ, связывающей двѣ другія формы, нерѣдко имѣютъ совершенно превратное представленіе. Полагаютъ, что эта форма должна быть средняя въ буквальномъ смыслѣ, т.-е. совмѣщать въ себѣ признаки двухъ связываемыхъ формъ, между тѣмъ какъ въ дѣйствительности она можетъ почти не имѣть характеристическихъ признаковъ ни одной изъ двухъ. Нерѣдко можно слышать возраженіе въ родѣ слѣдующаго: если береза и дубъ находятся въ родствѣ, то по-

кажете намъ организмъ, который былъ бы полуберезой, полудубомъ. Такой организмъ дѣйствительно, вѣроятно, никогда не существовалъ. Сущестующіе теперь организмы находятся въ родствѣ не потому, чтобы они произошли одни отъ другихъ, а потому, что они имѣютъ общихъ родоначальниковъ, и весьма возможно, что, увидѣвъ настоящее связующее звено между двумя современными формами, т.-е. форму прародителя, чрезъ котораго онѣ находятся въ родствѣ, мы не узнали бы ея, такъ какъ эта послѣдняя представляла бы въ весьма слабой степени или даже, можетъ быть, вовсе не представляла бы именно характеристическихъ отличительныхъ признаковъ своихъ двухъ потомковъ. Пояснимъ на примѣрѣ изъ культурныхъ растений. Капуста, наприим., отличается замѣчательнымъ разнообразіемъ въ развитіи своихъ органовъ: у однихъ породъ утолщенные листья образуютъ кочанъ, у другихъ стебель представляетъ рѣповидное вздутіе, у третьихъ соцвѣтія превращаются во всѣмъ извѣстные мясистые органы, у четвертыхъ стебель вытягивается и деревнѣетъ, такъ что изъ него выдѣлываютъ трости, наконецъ, у пятыхъ листья принимаютъ яркую окраску и т. д. Очевидно, никому не придетъ въ голову предположеніе, что родоначальникъ всѣхъ этихъ формъ, слѣдовательно дѣйствительная соединительная переходная форма между всѣми ими, совмѣщала всѣ эти свойства. И дѣйствительно, дикорастущая, родоначальная, форма капусты не представляетъ ни одной изъ этихъ крайностей. Такимъ образомъ, весьма возможно, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ настоящая переходная форма ускользаетъ отъ нашего вліянія. Но, тѣмъ не менѣе, не подлежитъ сомнѣнію, что въ большинствѣ случаевъ этихъ промежуточныхъ формъ между видами дѣйствительно не существуетъ, и, какъ только что замѣчено, теорія Дарвина видитъ въ этомъ отсутствіи одно изъ слѣдствій естественнаго отбора. Для разъясненія прибѣгаемъ снова къ сравненію съ искусственнымъ отборомъ. Когда начало выясняться нѣсколько разновидностей капусты, то люди, ихъ воздѣлывавшіе, очевидно, стали цѣнить наиболѣе рѣдкихъ, наиболѣе крайнихъ представителей; специалистъ по цвѣтной капустѣ не заботился о стеблѣ или листьяхъ, лишь бы со-

цвѣтіе было покрупнѣе, помясистѣе; спеціалистъ по декоративнымъ сортамъ заботился только объ окраскѣ и формѣ листьевъ; одно и то же растеніе не могло давать кочанъ и тростъ и т. д. Понятно, что всѣ растенія, не представлявшія крайняго развитія одного какого-нибудь признака, а совмѣщавшія въ менѣе рѣзкой формѣ нѣсколько признаковъ, уже не пользовались поддержкой культиваторовъ, даже истреблялись ими и должны были исчезнуть. Такимъ образомъ, появленіе болѣе рѣзкихъ представителей неизбѣжно влечетъ за собою гибель представителей менѣе рѣзкихъ, вслѣдствіе чего порывается связь между крайними формами, получается рядъ не связанныхъ между собою разновидностей. Нѣчто подобное должно совершаться и въ естественномъ состояніи. Въ природномъ состояніи всякая новая форма можетъ возникнуть только въ такомъ случаѣ, если она совершеннѣе другихъ, а въ такомъ случаѣ она, очевидно, должна вытѣснять, выживать эти послѣднія. Далѣе, Дарвинъ указываетъ, что для каждаго существа полезно какъ можно болѣе отличаться отъ себѣ подобныхъ, потому что чѣмъ менѣе сходства въ потребностяхъ двухъ формъ, тѣмъ менѣе между ними будетъ состязанія, тѣмъ легче онѣ могутъ ужиться на одномъ мѣстѣ, не вступая въ борьбу. Сельскимъ хозяевамъ давно извѣстно, что нельзя долгое время производить одно и то же растеніе на томъ же полѣ, необходимо ихъ смѣнять изъ года въ годъ,—на этомъ отчасти основано плодосмѣнное хозяйство. Но то же, что вѣрно во времени, оказывается вѣрнымъ и въ пространствѣ: сельскимъ хозяевамъ также извѣстно, что съ данной площади можно собрать болѣе сѣна въ томъ случаѣ, когда растительность будетъ разнообразная, чѣмъ въ томъ, когда она будетъ однообразная. Значить, едва ли подлежитъ сомнѣнію, что вновь сложившіяся формы должны тѣснить, выживать со свѣта своихъ менѣе совершенныхъ предковъ, а изъ ряда одновременно возникшихъ формъ болѣе вѣроятія на сохраненіе должны имѣть тѣ, которыя наиболѣе между собою различаются. Такимъ образомъ, всякая органическая форма, измѣняясь, стремится распасться на подчиненныя формы, при чемъ порываются связующія звенья и въ результатѣ получается рядъ группъ, разрозненныхъ и не пред-

ставляющихъ непосредственныхъ переходовъ, но, несмотря на то, несущихъ несомнѣнные признаки то очень близкаго, то болѣе отдаленнаго сходства, — того, что прежде обозначали неопредѣленнымъ терминомъ *сродства* и что мы теперь называемъ просто *родствомъ*. Однимъ словомъ, весь современный строй органическаго міра, съ его замкнутыми въ себѣ видами, родовыми и другими болѣе крупными группами, подчиняющимися, тѣмъ не менѣе, законамъ естественной классификаціи — является необходимымъ результатомъ происхожденія организмовъ путемъ естественнаго отбора.

На этомъ мы замыкаемъ ту длинную цѣпь аргументовъ, которые современная біологія, въ лицѣ своего геніальнаго представителя Дарвина, можетъ предложить для объясненія причины совершенства или гармоніи органическаго міра. Окинемъ бѣглымъ взглядомъ все, что нами было сказано по этому поводу. Если большую часть жизненныхъ явленій мы въ состояніи разложить на ихъ простѣйшія физико-химическія начала, можемъ ихъ объяснить нынѣ дѣйствующими причинами, то для объясненія почти всего, что касается формы, мы вынуждены прибѣгать къ причинамъ историческимъ. Для того, чтобы объяснить этимъ путемъ совершенство организмовъ, мы должны, во-первыхъ, доказать, что они дѣйствительно имѣютъ исторію, и затѣмъ — что это историческое развитіе ведетъ ихъ къ совершенству. Согласно свидѣтельство всѣхъ отраслей біологической науки: систематики, сравнительной анатоміи, эмбриологіи, палеонтологіи — убѣждаетъ въ единствѣ происхожденія органическихъ формъ. Препятствіемъ къ этому допущенію служить только убѣжденіе въ постоянствѣ видовыхъ формъ, но критика самаго понятія о видѣ и еще болѣе факты, касающіеся домашнихъ породъ, возникшихъ за память человѣка, устраняютъ это препятствіе. Убѣдившись, что вся совокупность фактовъ говоритъ въ пользу и ничто не говоритъ противъ заключенія, что органическій міръ имѣетъ исторію, мы занялись самою сущностью этого историческаго процесса. Исходя изъ такихъ несомнѣнныхъ, не нуждающихся даже въ доказательствѣ, свойствъ организмовъ, каковы измѣнчивость, наслѣдственность и быстро воз-

растающая прогрессія размноженія, мы вынуждены были придти къ заключенію, что этотъ историческій процессъ долженъ необходимо вести организмы къ совершенствованію, къ тому, что Дарвинъ мѣтко назвалъ «естественнымъ отборомъ». Его теорія, слѣдовательно, не предлагаетъ намъ объясненія для той или другой спеціальной формы, для того или другого частнаго случая; она указываетъ, какимъ образомъ въ любомъ данномъ случаѣ должно искать это объясненіе. Если мы въ состояніи обнаружить первоначальную причину измѣненія и затѣмъ указать на послѣдовательный рядъ переходныхъ формъ (какъ мы пытались это сдѣлать, въ видѣ примѣра, по отношенію къ пвѣтку шалфея), то происхожденіе самой сложной формы, подъ условіемъ, чтобъ она была полезна для самаго организма, не представитъ намъ болѣе ничего загадочнаго, оно будетъ дѣломъ времени и отбора. Отсюда понятно, почему естествоиспытатели привѣтствуютъ въ теоріи Дарвина ученіе, вѣнчающее зданіе современной физиологіи; оно дѣйствительно представляетъ искомый ключъ для объясненія вопроса о происхожденіи организмовъ и причинѣ ихъ совершенства, разрѣшаетъ тотъ вопросъ, которымъ мы задались въ началѣ этой лекціи.

Поставивъ себѣ цѣлью ознакомиться съ жизнью растенія, мы въ первой лекціи старались разложить это сложное явленіе на его элементы, показавъ, что растеніе состоитъ изъ органовъ, что эти органы состоятъ изъ простѣйшихъ органовъ—изъ клѣточекъ, которыя, въ свою очередь, представляютъ агрегатъ извѣстныхъ химическихъ тѣлъ. Согласно съ этимъ результатомъ анализа, мы, затѣмъ, въ обратномъ, восходящемъ, синтетическомъ порядкѣ ознакомились со свойствами этихъ веществъ, съ жизнью клѣточки, съ жизнью органовъ, съ жизнью цѣлаго растенія и, наконецъ, въ этой заключительной бесѣдѣ, съ жизнью всего растительнаго міра. Этимъ, очевидно, исчерпывается наша задача, оканчивается путь, въ которомъ я взялся быть вашимъ руководителемъ,—путь длинный, нерѣдко утоми-

тельный, порою скучный, но, тѣмъ не менѣе, позволяю себѣ надѣяться, не вполнѣ безплодный. Если, хотя для нѣкоторыхъ изъ васъ, милостивыя государыни и государи, растеніе перестанетъ быть мертвымъ предметомъ, ожидающимъ только латинскаго ярлыка, или исключительно предметомъ эстетическаго наслажденія, но, рядомъ съ тѣмъ, станетъ источникомъ болѣе глубокаго умственнаго наслажденія; если, благодаря открытіямъ микроскопа, оно предстанетъ передъ вами выросшимъ до колоссальныхъ размѣровъ и совершенно прозрачнымъ, такъ что, заглянувъ въ глубь его безчисленныхъ клѣточекъ, вы увидите непрерывно, подобно морскому прибою, вращающуюся протоплазму, это начало всякой жизни; если тѣми же умственными взорами вы будете видѣть схоронившійся въ землѣ корень, сосущій и гложущій частицы почвы, пробѣгая свой многоверстный путь; если зеленый листъ будетъ вызывать въ вашемъ умѣ представленіе о ничтожной крупинкѣ хлорофилла, въ которой совершается величественный и далеко еще неразгаданный процессъ превращенія солнечнаго луча въ ту химическую силу, которая служить источникомъ всякаго проявленія жизни на нашей планетѣ; если въ цвѣткѣ, съ толкущимися вокругъ него насѣкомыми, вы не будете видѣть одну лишь затѣйливую форму, невольно вспомните о чудной связи, соединяющей оба царства природы; если, наконецъ, заглохшій уголокъ лѣсной чащи или буйная растительность полевой межи, гдѣ столпились и переплелись дикія травы, то разстилая широкую поверхность своихъ вырѣзныхъ листьевъ, то просовывая свои узкія былинки, то покачивая раскидистою метелкой, то обхватывая своими кольцами и взбѣгая по избранной жертвѣ, для того, чтобъ съ ея верхушки перекинуться на другую, но вездѣ и во всемъ обнаруживая одно стремленіе—завладѣть возможно большимъ клочкомъ земли, возможно большею долей воздуха и свѣта,—если эта обычная, знакомая картина невольно пробудитъ въ васъ цѣлый строй новыхъ идей о тѣхъ законахъ, которые, управляя органическимъ міромъ, неизбѣжнымъ, роковымъ образомъ направляютъ его къ совершенству и гармоніи;—словомъ, если, при одномъ взглядѣ на растеніе, въ вашемъ

умѣ будетъ возникать нескончаемый рядъ вопросовъ, настойчиво требующихъ отвѣта, а быть можетъ даже западетъ желаніе задавать эти вопросы и вымогать на нихъ отвѣты у самой природы,—въ такомъ случаѣ, я полагаю, наше время не было потеряно, и я могу утѣшаться мыслью, что, доставивъ вамъ въ будущемъ нѣсколько минутъ сознательнаго наслажденія природой, успѣлъ хотя отчасти, хотя въ слабой мѣрѣ, уплатить тотъ долгъ признательности, который на меня налагаетъ ваше продолжительное, снисходительное вниманіе.



Заросль.

Г. Ласкинъ.

Григоріа Георіевича
Ласкинъ.

Растеніе какъ источникъ силы *).

Развѣ заронился
Втуне хоть единый
Солнца лучъ на землю?
Или не возникъ онъ,
Въ ней преобразенный,
* * * * *
Въ изумрудныхъ листьяхъ.

Щербина.

Всякому извѣстно, и не только извѣстно, но и вполне понятно, что если человѣкъ будетъ голодать, то онъ похудѣетъ. Этотъ фактъ не только общеизвѣстенъ, но и общепонятенъ потому что, путемъ простѣйшаго разсужденія, легко логически связать эти два явленія—исхуданіе съ отсутствіемъ пищи. Тѣло человѣка, какъ все на свѣтѣ, изнашивается, расходуетъ; этотъ расходъ покрывается пищей. Не трудно себѣ представить, что вещество пищи превращается въ вещество нашего тѣла, хотя, быть можетъ, пройдетъ еще много времени прежде, чѣмъ наука объяснитъ всѣ подробности этого превращенія.

Не менѣе извѣстна, но уже далеко не такъ понятна другая сторона дѣйствія пищи, другое ея вліяніе на организмъ. Отсутствіе или недостатокъ пищи вызываетъ упадокъ силъ. Голодное животное, голодный человѣкъ безсильны. Съ пищей возвращается и сила. Пища подкрѣпляетъ. Чѣмъ значительнѣе работа, которую производитъ организмъ, тѣмъ болѣе онъ

*) Публичная лекція, читанная въ И. Т. Техническомъ Обществѣ въ С.-Петербургѣ въ 1875 году.

нуждается въ пищѣ. Всякій знаетъ, что если лошади предстоитъ усиленная работа, то этому можно помочь, увеличивъ дачу овса. Фактъ общеизвѣстенъ, но для его объясненія уже недостаточно одной сообразительности.

Итакъ, мы видимъ, что пища не только служить для построенія живого механизма нашего тѣла, но она же приводитъ въ движеніе этотъ механизмъ. Питаясь, человѣкъ или животное не только поддерживаютъ свое тѣло, что само собою понятно, но и свои силы, что уже требуетъ поясненія. Спрашивается: какая сила можетъ быть скрыта въ кулѣ овса, въ кускѣ хлѣба или мяса? Отвѣтъ на этотъ вопросъ далеко не такъ простъ, да и самый вопросъ, быть можетъ, не всякому приходилъ въ голову.

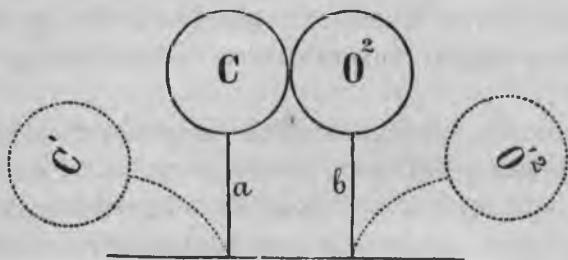
Чтобы получить удовлетворительный отвѣтъ на этотъ вопросъ, необходимо познакомиться со свойствами растительнаго вещества и съ условіями его происхожденія. Мы говоримъ— растительнаго вещества, такъ какъ понятно, что животная пища косвенно происходитъ изъ растительной. Мясо не что иное, какъ переработанная животнымъ организмомъ трава или зерно.

Но прежде чѣмъ приступить къ нашей задачѣ, необходимо условиться относительно точнаго значенія нѣкоторыхъ употребленныхъ нами выраженій. Во-первыхъ, что мы разумѣемъ подъ словомъ сила? Постараемся выяснитъ это на нѣсколькихъ примѣрахъ. Такой способъ изложенія научныхъ истинъ, конечно, нельзя считать самымъ точнымъ, но за то это самый легкій и скорый и потому въ настоящемъ случаѣ самый желательный.

Понятіе о силѣ человѣкъ выноситъ изъ собственнаго опыта, изъ личныхъ своихъ ощущеній. Силой онъ называетъ сознаваемую въ себѣ способность вызывать или останавливать движеніе или вообще преодолевать препятствія. Распространяя это понятіе на внѣшнюю природу, онъ называетъ силою или силами неизвѣстныя ему причины явленій, т.-е. вообще движенія. Познакомимся съ нѣсколькими примѣрами проявленія силы, начиная съ наиболѣе намъ знакомой, съ силы нашихъ мышцъ.

Представимъ себѣ два шара, удерживаемые въ положеніи С и О² посредствомъ двухъ стальныхъ пружинъ, на которыя они насажены.

Для того, чтобы раздвинуть эти шары, привести ихъ въ положеніе С' и О², я долженъ сдѣлать усиліе, затратить силу.



Фиг. 81.

Преодолювая сопротивленіе пружинъ, отрывая одинъ шаръ отъ другого, я, какъ выражаются въ механикѣ, произвожу *работу*. Подобную же работу я произвожу, когда, подымая тяжесть, преодолеваю ея стремленіе упасть на землю, такъ сказать, отрываю ее отъ поверхности земли. Поднятіе тяжести представляетъ намъ простѣйшій примѣръ работы; такова, напримѣръ, работа крючника. Извѣстно, что въ подобной работѣ истрачивается тѣмъ болѣе силъ, чѣмъ болѣе поднимается тяжесть и чѣмъ болѣе высота, на которую ее нужно внести. Поднятіе единицы вѣса (или точнѣе массы), т.-е. фунта, пуда, килограмма, на единицу высоты, т.-е. футъ, метръ и проч., служить единицей работы: пудо-футъ или килограммо-метръ будутъ, слѣдовательно, единицами механической работы, съ которыми мы стараемся сравнить, къ которымъ мы приводимъ всякую другую работу.

Итакъ, раздвинувъ эти шары, я произвелъ работу и при этомъ затратилъ извѣстное количество силы, которое измѣняется производимою работою. Эти шары на пружинахъ представляютъ нѣчто въ родѣ простѣйшаго динамометра, т.-е. прибора, служащаго для измѣренія силы. Но посмотримъ, что произошло съ нашими шарами. Измѣнилось ихъ взаимное положеніе, а вмѣстѣ съ тѣмъ, въ нихъ появилась возможность

притти въ движеніе безъ всякой посторонней силы. Я только отнимаю руки, слѣдовательно, не дѣлаю никакого усилія, и шары приходятъ въ движеніе и, возвращаясь въ прежнее свое положеніе, съ силой ударяются другъ о друга. Очевидно, въ томъ положеніи, въ которое я привелъ ихъ своими руками, въ нихъ заключается сила, которой въ первоначальномъ положеніи въ нихъ не было; она находится въ скрытомъ состояніи и въ каждый моментъ готова обнаружиться въ видѣ движенія.

Этотъ простой примѣръ наглядно показываетъ намъ два различныхъ состоянія, два, такъ сказать, типа силы: силу явную, открытую, активную, *проявляющуюся* въ движеніи (моей руки, шаровъ), и силу скрытую, *покоящуюся* въ видѣ запаса, однимъ словомъ, силу натянутой пружины. Озираясь вокругъ, мы на каждомъ шагѣ замѣчаемъ подобныя же явленія; сила падающей тяжести и сила тяжести, могущей упасть, сила спущенной и сила натянутой тетивы—вотъ примѣры явной и покоящейся силы; наконецъ, упавшая тяжесть, свободно висящая тетива не заключаетъ вовсе силы ни въ дѣйствиіи, ни въ видѣ запаса.

Но очевидно, что эти два типа силы существенно между собою отличны; во второмъ случаѣ собственно нѣтъ силы, а только возможность ея проявленія. Для избѣжанія неясности вслѣдствіе обозначенія однимъ словомъ двухъ различныхъ понятій лучше употреблять болѣе общее выраженіе — *энергія*. Подъ энергіей мы будемъ вообще разумѣть способность тѣла произвести работу. Но этою способностью, какъ мы только что видѣли, тѣла обладаютъ или вслѣдствіе своего движенія, или вслѣдствіе своего положенія (тяжесть на высотѣ, наши разодвинутые шары). Перваго рода энергія, т.-е. энергія движенія, получила названіе *явной*, *дѣйствительной* энергіи; энергія же, зависящая отъ положенія тѣлъ, получила названіе *потенціальной*, т.-е. энергіи въ состояніи возможности или *напряженія*. Такимъ образомъ энергія проявляется въ видѣ движенія, таится въ видѣ напряженія. Оба вида ея взаимно превращаются; наши шары представляютъ наглядный тому примѣръ. Явная энергія, которую я затратилъ на разъедине-

ніе шаровъ, не исчезла, а превратилась въ потенціальную энергію, въ напряженіе пружинъ. Въ такомъ видѣ я могу ее запасть, сохранять и затѣмъ, когда понадобится, истрачивать, превращая обратно въ явную энергію, въ движеніе, и притомъ вдругъ или исподволь. Подобный запасъ энергіи мы дѣлаемъ каждый день, заводя свои часы; явная энергія заводящей руки превращается въ потенціальную энергію часовой пружины, которая затѣмъ исподволь въ теченіе сутокъ принимаетъ форму явной, въ движеніи стрѣлокъ. Нѣчто подобное же производитъ человѣкъ, дѣлающій запасъ па старость или на черный день; онъ превращаетъ избытокъ явной энергіи, механической или умственной, въ потенціальную, съ тѣмъ, чтобы воспользоваться ею, расходовать ее, когда истощится его явная энергія. Куда бы мы ни взглянули, вездѣ въ природѣ мы встрѣчаемъ тѣ же явленія превращенія движенія въ напряженіе и наоборотъ. Имѣя постоянно въ виду это превращеніе, мы вскорѣ убѣждаемся, что энергія вообще не возникаетъ, не исчезаетъ, что она вѣчна. Другими словами, мы убѣждаемся, что все количество работы, которое въ каждый моментъ совершается и можетъ быть совершено во вселенной силами природы, не прибываетъ и не убываетъ, а пребываетъ одно и то же. Это самое широкое физическое обобщеніе, получившее названіе закона «сохраненія силы» или, правильнѣе, «сохраненія энергіи», представляетъ едва ли не величайшее научное пріобрѣтеніе XIX вѣка.

Нерѣдко представляется случай, гдѣ, повидимому, этотъ законъ не оправдывается; кажется, что энергія уничтожается, движеніе не превращается въ напряженіе, а исчезаетъ безслѣдно. Именно такой случай мы имѣемъ въ нашихъ шарахъ. Я ихъ разъединяю и затѣмъ отпускаю руку; они ударяются, и въ этомъ ударѣ, повидимому, расходуется вся энергія, сообщенная имъ моею рукой; нѣтъ въ нихъ болѣе движенія, нѣтъ и возможности движенія, т.-е. напряженія; очевидно, энергія исчезла. Но это только такъ кажется. Въ тотъ моментъ, когда шары ударились, когда исчезло движеніе, возникла, проявилась другая сила—теплота. Ударившись, шары нагрѣлись. Доказать это въ настоящемъ частномъ случаѣ было бы нѣ-

сколько хлопотливо, потому что повышение температуры незначительно, но въ томъ, что тѣла отъ удара нагрѣваются, не можетъ сомнѣваться никто, когда-либо высѣкавшій огонь. При-
мѣры этого перехода попадаютъ на каждомъ шагѣ: при свер-
леніи металла стружки сильно нагрѣваются; треніемъ куска
дерева о кусокъ дерева можно ихъ воспламенить; изъ-подъ
тормазы быстро остановленнаго поѣзда сыплются искры; пуля,
ударяясь о твердую преграду, отчасти сплавляется. Эти явле-
нія превращенія механической силы въ теплоту давно обра-
щали на себя вниманіе; они побудили, напримѣръ, знамени-
таго Бойля болѣе чѣмъ два вѣка тому назадъ высказать мысль,
получившую полное научное развитіе только въ настоящее
время. «Когда мы вгоняемъ большой гвоздь въ деревянную
доску,—пишетъ Бойль,—то замѣчаемъ, что ему нужно сооб-
щить значительное число ударовъ, чтобы замѣтно нагрѣть его;
но когда мы его вогнали въ дерево до головки, такъ что онъ
не можетъ болѣе подаваться впередъ, нѣсколькихъ ударовъ
достаточно, чтобы сдѣлать его горячимъ; пока съ каждымъ
ударомъ молотка гвоздь уходитъ глубже и глубже въ дерево,
мы вызываемъ общее поступательное движеніе всей его массы;
но когда это движеніе будетъ задержано, тогда толчокъ, со-
общаемый ударомъ, не будучи въ состояніи вогнать гвоздь
далѣе или раздробить его, *долженъ* расходоваться на сильное
внутреннее сотрясеніе частицъ, а изъ подобнаго движенія,
какъ мы видимъ, состоитъ теплота». Современная физика дѣй-
ствительно учитъ, что теплота—не что иное, какъ весьма бы-
строе, невидимое, но ощущаемое нами сотрясеніе частицъ
тѣла. Такимъ образомъ, движеніе моей руки чрезъ посредство
видимаго движенія шаровъ превратилось въ невидимое дви-
женіе частицъ шаровъ. Это движеніе, т.-е. теплота, сообщи-
лось сначала ближайшимъ тѣламъ и затѣмъ, распространяясь
далѣе и далѣе, разсѣялось въ пространствѣ. Разсѣялось, но
не уничтожилось. Сила, затраченная мною на разъединеніе
шаровъ, не исчезла безслѣдно. Во конечномъ результатѣ, про-
изведя эту работу, я согрѣлъ вселенную на неуловимую, не-
измѣримо малую величину, но все же согрѣлъ. Цѣлый рядъ
изслѣдованій показалъ, что при этомъ превращеніи механиче-

ской работы въ теплоту или, наоборотъ, теплоты въ механическую работу, наблюдается постоянное строго количественное отношеніе. Извѣстное количество механической работы, превращаясь, даетъ начало одному и тому же количеству теплоты и наоборотъ. Величину, выражающую это постоянное отношеніе, называютъ механическимъ эквивалентомъ теплоты. Его опредѣляютъ различнымъ способомъ: вотъ простѣйшій и самый понятный, хотя и не самый точный. Онъ принадлежитъ извѣстному французскому ученому Гирну. Въ общихъ чертахъ онъ состоитъ въ слѣдующемъ: тяжелый желѣзный молотъ заставляютъ падать съ извѣстной высоты на наковальню, на которой лежитъ кусокъ свинца; этотъ кусокъ свинца отъ удара нагрѣвается. За единицу работы, какъ мы видѣли, мы принимаемъ килограммо-метръ; за единицу тепла принимаютъ нагрѣваніе одного килограмма воды на одинъ градусъ стоградуснаго термометра. Зная вѣсъ молота и высоту его паденія, зная вѣсъ свинца и опредѣливъ, насколько онъ нагрѣлся, обладая, далѣе, еще нѣкоторыми данными, о которыхъ здѣсь излишне упоминать, можно вычислить, сколько единицъ работы затрачено и во сколько единицъ тепла онѣ превратились. Точныя опредѣленія даютъ для механическаго эквивалента теплоты цифру 424. Эта цифра показываетъ то постоянное отношеніе, въ какомъ теплота превращается въ механическую работу или наоборотъ. Она означаетъ, что единица тепла, превращаясь въ работу, даетъ 424 единицы механической работы, т.-е. можетъ произвести работу, равную поднятію 424 килограммовъ на одинъ метръ или одного килограмма на 424 метра. Наоборотъ, затративъ 424 единицы механической работы на нагрѣваніе воды, мы можемъ повысить одинъ килограммъ ея на одинъ градусъ.

Мы видимъ много примѣровъ превращенія механической силы въ теплоту; примѣры обратнаго также часто встрѣчаются. Паровая машина служитъ самымъ разительнымъ тому примѣромъ. Теплота, развиваемая сгорающимъ топливомъ, превращается чрезъ посредство пара въ механическую работу машины. Солнечная теплота испаряетъ воду съ поверхности земли, заставляетъ ее подняться на значительную высоту и

затѣмъ, падая на землю, сбѣгать съ высотъ въ равнины и океанъ, производя на пути механическую работу, напимѣръ, приводя въ движеніе наши мельницы. Та же солнечная теплота, вызывая мѣстное нагрѣваніе атмосферы, производитъ тѣ ужасающія проявленія механической силы, которыя мы называемъ вихремъ, ураганомъ и пр.

Итакъ, теплота превращается въ механическую работу и наоборотъ, и при этомъ превращеніи сохраняется строго количественное отношеніе. Но то же справедливо и относительно другихъ силъ природы: свѣта, электричества, химическаго сродства. Всѣ онѣ способны ко взаимному превращенію непосредственно или принимая скрытую форму напряженія и затѣмъ проявляясь въ иномъ видѣ. Только постоянно имѣя въ виду эту возможность взаимнаго превращенія силъ, мы убѣждаемся въ общей справедливости закона сохраненія энергіи.

Остановимся нѣкоторое время надъ соотношеніемъ между теплотой и химическимъ сродствомъ, такъ какъ это нечувствительно вернетъ насъ къ поставленному нами вопросу. Современная химія учитъ, что атомы разнородныхъ тѣлъ одарены притяженіемъ другъ къ другу и притомъ въ весьма различной степени. Атомы разнородныхъ тѣлъ стремятся другъ къ другу, какъ падающія тѣла стремятся къ землѣ, какъ эти шары дѣйствіемъ пружинъ стремятся другъ къ другу. Наша модель собственно и должна наглядно изобразить намъ этотъ химическій фактъ. Шаръ, означенный буквой С, представляетъ намъ углеродъ, шаръ О—кислородъ. Атомы углерода и кислорода стремятся ко взаимному соединенію и при этомъ образуютъ углекислоту, въ которой на одинъ атомъ углерода приходится два атома кислорода (CO_2). Также атомы водорода (Н) стремятся соединиться съ атомами кислорода и образуютъ воду (H_2O), гдѣ на два атома водорода—одинъ кислорода. Напротивъ, атомы углерода и водорода одарены сравнительно слабымъ притяженіемъ другъ къ другу и потому, будучи соединены, при первой возможности стремятся каждый въ свою сторону соединиться съ кислородомъ, образуя углекислоту и воду.

При этомъ соединеніи атомы, такъ же какъ и эти шары, должны ударяться другъ о друга. Но когда тѣла ударяются

другъ о друга, развивается теплота. То же должно оправдываться и относительно ударовъ атомовъ. Этотъ ударъ, это столкновение частицъ углерода и водорода съ частицами кислорода и есть то, что мы называемъ горѣніемъ. Какъ при ударѣ стали о кремень проявляются теплота и свѣтъ, такъ при ударѣ частицъ кислорода воздуха о частицы углерода и водорода, изъ которыхъ состоитъ нашъ свѣтильный газъ или нашъ керосинъ, развиваются теплота и свѣтъ, наблюдаемые въ ихъ пламени. Все различіе состоитъ въ томъ, что въ первомъ случаѣ мы видимъ движеніе, ударъ и сопровождающія его явленія—свѣтъ и теплоту; во второмъ же только видимъ эти явленія, о существованіи же столкновения заключаемъ изъ его послѣдствій. Въ самомъ дѣлѣ, до горѣнія мы имѣемъ углеводородъ (т.-е. соединеніе углерода съ водородомъ), свѣтильный газъ или керосинъ и кислородъ, послѣ горѣнія имѣемъ углекислоту и воду.

Слѣдовательно, каждый атомъ углерода, водорода или ихъ соединеній находится по отношенію къ кислороду въ положеніи шара С' относительно шара О'. Какъ эти шары, они находятся въ напряженномъ состояніи, представляютъ запасъ скрытой *потенціальной энергии*, которую мы и называемъ *химическимъ сродствомъ* или *химическимъ напряженіемъ*. Въ разрозненныхъ атомахъ углерода и кислорода мы видимъ новый примѣръ скрытой *энергии положенія*, которая при столкновении ихъ, въ явленіяхъ горѣнія, переходитъ въ *энергію движенія*—въ теплоту и свѣтъ.

Это напряженное состояніе атомовъ или частицъ углерода, это стремленіе ихъ навстрѣчу частицамъ кислорода не поражаетъ насъ, не бросается намъ въ глаза въ повседневной жизни, потому что обыкновенно для того, чтобы вызвать это соединеніе, необходимо сообщить имъ толчокъ. Для того чтобы сжечь кусокъ угля, его нужно поджечь, т.-е. процессъ горѣнія долженъ ему сообщиться извнѣ. Но это присущее углероду стремленіе соединяться съ кислородомъ нагляднѣе проявляется въ явленіяхъ самовозгаранія. Давно было, на примѣръ, извѣстно, что сопрѣвшее въ стогахъ сѣно способно само собою загорѣться, но только въ недавнее время одинъ подобный случай былъ

ближе изслѣдованъ въ Германіи. При раскопкѣ большихъ кучъ сѣна, начало самовозгоранія котораго обнаружилось выходившимъ изъ него дымомъ, оказалось, что внутри кучи оно уже совершенно обуглилось и что этотъ рыхлый, блестящій, наподобіе графита, уголь вспыхивалъ при первомъ прикосновеніи съ воздухомъ. Затѣмъ оказалось, что подобный самовозгорающійся уголь можетъ быть приготовленъ искусственно, если обугливать сѣно въ отсутствіи воздуха, напримѣръ, въ запаянной стеклянной трубкѣ. Приготовленный такимъ образомъ уголь воспламеняется, какъ только придетъ въ прикосновеніе съ воздухомъ. Эти и подобные примѣры наглядно показываютъ, что горѣніе, т.-е. соединеніе съ кислородомъ, можетъ происходить само собою, т.-е. безъ предварительнаго поджиганія.

Углеродъ и водородъ способны каждый порознь соединяться съ кислородомъ, развивая при этомъ теплоту и свѣтъ, слѣдовательно они представляютъ намъ запасъ энергіи въ видѣ химическаго напряженія. Но то же справедливо и относительно соединенія углерода и водорода, относительно всякаго вообще тѣла, способнаго соединяться съ кислородомъ, т.-е. способнаго горѣть. Тѣла, изъ которыхъ состоятъ растенія и животныя,— всѣ органическія тѣла,—способны горѣть, слѣдовательно представляютъ запасъ скрытой энергіи.

Этимъ запасомъ мы пользуемся, сжигая дрова или уголь въ нашихъ машинахъ. При этомъ скрытая энергія химическаго напряженія превращается въ явную энергію, въ движеніе частицъ, т.-е. теплоту, которая въ свою очередь переходитъ во внѣшнюю механическую работу, въ видимое движеніе массъ, напримѣръ, въ движеніе нашего локомотива.

Но это столкновеніе атомовъ углерода и водорода съ атомами кислорода можетъ и не сопровождаться такимъ очевиднымъ освобожденіемъ силы, какъ въ процессѣ горѣнія, они могутъ соединяться, не обнаруживая свѣта, не развивая очень высокой температуры. Это происходитъ, когда соединеніе совершается не вдругъ, а медленно, исподволь. Какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ количество тепла, освобождаемаго сгораніемъ извѣстнаго количества углерода, будетъ одно и то же; но такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ оно распредѣ-

ляется на болѣе продолжительное время, то оно будетъ менѣ замѣтно; примѣромъ такого тихаго горѣнія можетъ служить дыханіе. Все, что дышетъ, человѣкъ или животное, медленно сгораетъ. Въ этомъ не трудно убѣдиться, стоитъ только поставить подъ стеклянный колоколъ горящую свѣчу или посадить живую мышь или птицу, и вскорѣ увидимъ, что послѣдствія будутъ одни и тѣ же: свѣча погаснетъ, животное умретъ, а въ воздухѣ, содержащемъ прежде кислородъ и не содержащемъ углекислоты, появится углекислота, а количество кислорода соотвѣтственно уменьшится. Слѣдовательно, углеродъ всякаго животнаго организма постоянно соединяется съ кислородомъ воздуха, сгорая въ углекислоту. Мы вдыхаемъ кислородъ, выдыхаемъ углекислоту.

Для покрытія этого постояннаго расхода своего тѣла, человеку необходимо принимать новыя количества вещества въ видѣ пищи. Часть пищи играетъ въ организмѣ такую же роль, какъ топливо въ машинѣ, т.-е. сгораетъ, конечно, не прямо, а сначала превратившись въ вещество нашего тѣла. То, что теряется для организма какъ вещество, выигрывается какъ сила. Мы можемъ, говоритъ знаменитый фیزیологъ Клодъ Бернаръ, считать фیزیологическою аксіомой слѣдующее положеніе: *всякое проявленіе дѣятельности въ живомъ организмѣ необходимо связано съ уничтоженіемъ части вещества организма*. Въ организмѣ, какъ въ очагѣ машины, часть вещества сгораетъ; при этомъ обнаруживается теплота или эта теплота превращается въ механическую работу, напримѣръ, въ работу мышцъ. Въ одномъ фунтѣ пшеничнаго хлѣба, по опредѣленію Франкланда, заключается запасъ скрытой энергіи, равняющійся приблизительно 75.000 пудо-футовъ. Конечно, организмъ, такъ же какъ и машина, не въ состояніи превратить въ полезную работу весь запасъ энергіи, представляемой его топливомъ, т.-е. окисляющимися частями организма; фیزیологическіе опыты показываютъ, однако, что въ этомъ отношеніи онъ далеко превосходитъ всѣ паровыя машины.

Мы подвинулись въ разрѣшеніи поставленнаго нами вопроса настолько, что уже знаемъ, какого рода сила заклю-

чается въ пищѣ: это скрытая энергія ея углерода и водорода, всегда готовыхъ соединиться съ кислородомъ воздуха. Здѣсь на пути нашего изслѣдованія самъ собою возникаетъ новый вопросъ. Дрова горятъ, животныя горятъ, человѣкъ горитъ, все горитъ, а между тѣмъ не сгараютъ. Сжигаютъ лѣса, а растительность не уничтожается; исчезаютъ поколѣнія, а человѣчество живо. Если бы все только горѣло, то на поверхности земли давно не было бы ни растений, ни животныхъ, были бы только углекислота да вода.

Очевидно, въ природѣ должно существовать явленіе, обратное горѣнію, т.-е. превращеніе веществъ вполне сгорѣвшихъ въ вещества вновь способныя къ горѣнію. Рядомъ съ образованіемъ углекислоты долженъ существовать и обратный процессъ разложенія этой углекислоты, образованной повсемѣстнымъ горѣніемъ.

Первый, кого поразила логическая необходимость существованія въ природѣ подобнаго процесса, былъ знаменитый Пристлей; но само собою понятно, что эта мысль не могла представиться ему въ такой формѣ, съ такою опредѣленностью, съ такою очевидностью, какъ она представляется намъ, и тѣмъ болѣе возбуждаетъ удивленіе та блестящая дедукція, тотъ геніальный скачокъ мысли, которому міръ обязанъ однимъ изъ величайшихъ открытій, касающихся жизни органическаго міра. Пристлей цѣлымъ рядомъ опытовъ убѣдился, что продолжительное горѣніе или продолжительное дыханіе, въ ограниченномъ объемѣ воздуха, дѣлаютъ этотъ воздухъ негоднымъ для дальнѣйшаго горѣнія, для дальнѣйшаго дыханія; свѣча въ немъ тухнетъ, животное умираетъ. Такимъ образомъ, рассуждалъ Пристлей, вся атмосфера должна была бы вскорѣ сдѣлаться непригодною для горѣнія, для жизни, а между тѣмъ сколько уже вѣковъ существуетъ міръ, а этого незамѣтно. Очевидно, въ природѣ долженъ существовать процессъ, который этотъ *испорченный* воздухъ вновь превращаетъ въ *хорошій*. Не принадлежитъ ли эта роль растенію? Въ 1772 году 18 августа Пристлей сдѣлалъ слѣдующій опытъ: подъ стеклянный колпакъ, помѣщенный надъ водой, подъ которымъ потухла свѣча или задохлась мышь, онъ ввелъ растеніе (мяту) и оставилъ его нѣ-

сколько времени; растеніе не только не погибло, но даже продолжало развиваться, и когда по прошествіи нѣсколькихъ дней подъ колпакъ была помѣщена мышь или горящая свѣча, то оказалось, что воздухъ дѣйствительно измѣнился, получилъ вновь способность поддерживать горѣніе и дыханіе. Едва ли когда-либо въ какой-либо области знанія болѣе простой опытъ сопровождался болѣе колоссальнымъ результатомъ. Однимъ разомъ опредѣлялись самыя характеристическія стороны жизни растеній и животныхъ и взаимное отношеніе двухъ царствъ природы. Современники оцѣнили всю важность открытія Пристлея. Королевское Общество присудило ему большую Коплейскую медаль и президентъ Общества, Принглъ, въ слѣдующихъ краснорѣчивыхъ, хотя нѣсколько витѣватыхъ выраженіяхъ пояснилъ всю громадность заслуги Пристлея: «Это открытіе,—сказалъ онъ,—убѣждаетъ насъ, что не существуетъ бесполезныхъ растеній. Начиная съ величественнаго дуба и кончая послѣднею мелкою былинкою, всѣ полезны для человѣка. Если не всегда бываетъ возможно усмотрѣть частную пользу отдѣльнаго растенія, то во всякомъ случаѣ, какъ часть общаго цѣлаго оно участвуетъ въ очищеніи атмосферы; въ этомъ отношеніи и благоухающая роза, и ядовитая волчья ягода имѣютъ одинаковое назначеніе; въ самыхъ отдаленныхъ, необитаемыхъ краяхъ свѣта нѣтъ ни одного луга, ни одного лѣса, которые не находились бы въ постоянномъ съ нами обмѣнѣ; вѣтеръ постоянно уноситъ къ нимъ испорченный у насъ воздухъ, поддерживая ихъ ростъ и обезпечивая нашу жизнь». Растеніе дѣлаетъ испорченный дыханіемъ воздухъ вновь пригоднымъ для дыханія, вотъ былъ выводъ изъ опыта Пристлея. Послѣдовавшее затѣмъ открытіе кислорода и разъясненіе состава углекислоты дозволили выяснить природу этой связи между двумя органическими царствами. Животное поглощаетъ кислородъ и выдыхаетъ углекислоту; растеніе поглощаетъ углекислоту и выдыхаетъ кислородъ, удерживая углеродъ при себѣ. Растеніе и животное представляютъ химическую антитезу. Вслѣдъ затѣмъ цѣлый рядъ изслѣдованій показалъ, что этотъ процессъ разложенія углекислоты, очищающій воздухъ, имѣетъ еще другое, даже болѣе важное значеніе. Его слѣдуетъ разсматривать

какъ процессъ питанія растенія. Углеродъ, остающійся въ растеніи, образуетъ его органическое вещество, то-есть служитъ для построенія его тѣла. Слѣдовательно, въ атмосферной углекислотѣ мы должны видѣть главнѣйшую пищу растенія, хотя еще долгое время эту роль продолжали приписывать чернымъ перегнойнымъ веществамъ почвы, но несостоятельность этихъ воззрѣній доказана несомнѣнными опытами. Пристлею однако пришлось испытать одно изъ самыхъ горькихъ разочарованій, какое только можетъ выпасть на долю ученаго. Желая въ послѣдствіи повторить опытъ, доставившій ему такую громкую и заслуженную славу, онъ потерпѣлъ неудачу; онъ не могъ получить прежнихъ результатовъ; растенія упорно не хотѣли разлагать углекислоты, не выдѣляли изъ нея кислорода. Хотя эти неудачи не пошатнули его собственнаго довѣрія къ прежнимъ опытамъ, но тѣмъ не менѣе стало очевидно, что отъ его вниманія ускользнуло какое-то существенное условіе опыта, и потому онъ не могъ его воспроизвести. Это условіе, опущенное Пристлеемъ, было вскорѣ открыто Ингенгузомъ, но для того, чтобы оцѣнить это открытіе по достоинству, остановимся сначала нѣсколько подробнѣе на природѣ самаго явленія.

Обратимся снова и въ послѣдній разъ, къ нашимъ шарамъ. Мы сравнивали химическое соединеніе или горѣніе съ ударомъ двухъ шаровъ; теплота и свѣтъ, при этомъ освобождающіеся, и служатъ мѣрой сродства или напряженія, то-есть взаимнаго стремленія этихъ тѣлъ (что у насъ представляется натяженіемъ пружинъ). Для того, чтобы ихъ вновь разъединить, разорвать связь между ними, для того, чтобы привести шары въ прежнее свободное положеніе, нужно, напротивъ, затратить силу, столько же силы, сколько освободилось при столкновеніи. Такимъ образомъ становится очевиднымъ, что явленіе обратное горѣнію должно сопровождаться не освобожденіемъ, не развитіемъ силы, а, напротивъ, поглощеніемъ, затратой силы. Между тѣмъ какъ соединеніе, горѣніе, совершается само собою, разложеніе, возстановленіе, требуетъ участія посторонней силы. Для того, чтобы сжечь кусокъ угля, его нужно только поджечь и затѣмъ онъ горитъ уже безъ посторонняго дѣйствія. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ мы видѣли, что

уголь можетъ даже загорѣться самъ собою, какъ только придетъ въ прикосновеніе съ кислородомъ воздуха. Напротивъ того, для разложенія углекислоты или воды нужно подвергать ихъ дѣйствию очень высокой температуры. Прежде даже полагали, что разложеніе такихъ прочныхъ соединений невозможно иначе какъ при содѣйствіи третьяго тѣла, которое было бы одарено большимъ сродствомъ къ кислороду и отнимало бы его у водорода и углерода. Но въ сравнительно недавнее время химики обратили вниманіе на явленія разложенія безъ участія третьяго тѣла, на явленія распаденія, или, какъ ихъ называютъ, диссоціаціи. Для того, чтобы подвергнуть диссоціаціи углекислоту или воду, ихъ нужно пропускать чрезъ раскаленные трубки. Подъ вліяніемъ сообщаемого имъ частицамъ движенія, то-есть теплоты, соединения какъ бы распатываются и распадаются на свои составныя начала, которыя должны быть удаляемы по мѣрѣ появленія, иначе они могутъ вновь соединиться и мы не получимъ полного разложенія. Отношеніе между тепломъ, выдѣляемымъ при соединеніи, и тепломъ, поглощаемымъ при разложеніи, строго опредѣленное. Сколько единицъ теплоты выдѣляется при сгораніи фунта углерода въ углекислоту, ровно столько же единицъ должно поглощаться при восстановленіи этого фунта углерода изъ углекислоты.

Этимъ путемъ мы прямо приходимъ къ заключенію, что разложеніе углекислоты, совершающееся въ растеніи, должно сопровождаться поглощеніемъ теплоты или вообще энергіи и что мѣрой этого поглощенія должно служить количество углерода, отлагающееся такимъ образомъ въ растеніи. Но откуда же возьметъ растеніе эту необходимую для него энергію? Само создать ее оно не можетъ,—энергія не созидается. Очевидно, оно должно получить ее извнѣ. Разложеніе углекислоты въ растеніи можетъ происходить только подъ условіемъ постояннаго притока энергіи изъ внѣшняго источника. Вотъ это-то условіе и ускользнуло отъ вниманія Пристлея; открытіе этого условія составляетъ заслугу Ингенгуза. Ингенгузъ показалъ, что разложеніе углекислоты въ растеніи происходитъ не иначе, какъ подъ вліяніемъ солнечнаго свѣта. Растенія въ послѣднихъ

опытахъ Пристлея, вѣроятно, не получали достаточно свѣта, потому они и не разлагали углекислоты.

Солнце, солнечный лучъ, и есть та сила, которая распатываетъ и разъединяетъ частицы углерода и кислорода, когда въ растеніи происходитъ разложеніе углекислоты. Для непривычнаго слуха можетъ показаться страннымъ выраженіе: солнечный лучъ — сила. Изъ ежедневнаго опыта мы знаемъ только, что очень пріятно погрѣться на солнцѣ, что пороку эта теплота становится пожалуй болѣе чѣмъ пріятною, но нужно длинное сцѣпленіе умозаключеній и вычисленій, чтобы убѣдить насъ, что это не только сила, но и громадная сила, — мало того, что это почти единственная сила, которою человѣкъ пользуется для своихъ цѣлей. Въ самомъ дѣлѣ, кромѣ силы морского прилива, которымъ пользуются въ нѣсколькихъ портахъ Европы и который зависитъ отъ притяженія луны (и солнца), всѣ остальные двигатели, всѣ остальные источники силы прямо или косвенно зависятъ отъ силы солнечныхъ лучей. Паденіе воды въ рѣкахъ, движеніе воздуха въ атмосферѣ, приводящія въ движеніе мельницы и вѣтрянки, обязаны своимъ происхожденіемъ солнцу. Скрытая энергія, представляемая топливомъ, какъ мы только что успѣли увидѣть и увидимъ еще подробнѣе, происходитъ отъ солнца. Даже столь отдаленныя, повидимому, явленія, какъ явленія электричества, которымъ мы пользуемся для своихъ практическихъ цѣлей, могутъ быть связаны съ дѣятельностью солнца. Въ вольтовой дугѣ, получаемой при помощи гальванической батареи, намъ свѣтитъ солнце, и это не трудно доказать. Электрическій токъ, накаливающій угли, зависитъ отъ того, что въ батареяхъ окисляется, сгораетъ известное количество металлическаго цинка. Но этотъ цинкъ не находится въ природѣ въ металлическомъ состояніи, онъ встрѣчается въ соединеніи съ кислородомъ, то-есть вполне сгорѣвшимъ; для того, чтобы его раскислить, сдѣлать вновь способнымъ къ горѣнію, нужно отнять у него кислородъ; этого достигаютъ при помощи угля, который отнимаетъ у цинковой руды кислородъ, а самъ сгораетъ въ углекислоту. Но этотъ уголь, древесный или каменный, произошелъ въ растеніи изъ углекислоты, разложенной солнечнымъ лучомъ. Вотъ длинный

путь, соединяющій лучъ солнца съ лучомъ электрическаго свѣта. Явная энергія солнечнаго луча, потраченная на разложеніе углекислоты въ растеніяхъ, приняла форму скрытой, потенциальной энергіи, какою обладаетъ освобожденный изъ углекислоты углеродъ: эта потенциальная энергія углерода, въ процессѣ возстановленія цинковой руды, перешла на цинкъ; углеродъ сгорѣлъ, но получился металлическій цинкъ, способный горѣть. Въ гальванической батареѣ цинкъ окислился, сгорѣлъ, и его потенциальная энергія приняла форму явной, въ видѣ электрическаго тока, который, накаливъ угли, проявился въ видѣ свѣта. Такова сложная цѣль превращеній энергіи, связывающая явленія, совершающіяся на землѣ, съ дѣятельностью солнца. Но мы можемъ составить себѣ болѣе определенное понятіе о значеніи солнечнаго лучеиспусканія, сдѣлавъ примѣрную оцѣнку того количества силы, которое доставляется намъ солнцемъ. Мы можемъ опредѣлить, какое количество единицъ тепла солнце посылаетъ на извѣстную квадратную площадь земли, а зная механическій эквивалентъ теплоты, въ состояніи выразить энергію солнечнаго луча въ единицахъ механической работы. По вычисленіямъ Мушо, солнечный свѣтъ, выпадающій въ Парижѣ въ ясный день на поверхность одного квадратнаго метра, можетъ въ теченіе восьми или десяти часовъ производить работу, равняющуюся примѣрно работѣ одной лошадиной силы. Эриксонъ вычислилъ, что если бы можно было утилизировать всю солнечную теплоту, выпадающую на крыши филадельфійскихъ домовъ, то ея было бы достаточно для 5.000 паровыхъ машинъ въ 20 силъ каждая. Вычисляя далѣе, какія колоссальныя цифры представляетъ количество тепла, выпадающаго на квадратную милю, онъ восклицаетъ: «Архимедъ при помощи рычага брался поднять міръ. Я же утверждаю, что, концентрируя солнечную теплоту, можно получить силу, способную остановить землю на ходу». Мушо и Эриксонъ не ограничились, впрочемъ, только цифрами: они представили опыты, наглядно показывающіе, какой запасъ силы представляютъ солнечные лучи. Мушо сдѣлалъ нѣсколько очень простыхъ приборовъ, въ которыхъ при помощи одной солнечной теплоты можно кипятить воду, варить супъ и овощи, печь хлѣбъ; на-

конецъ, они сдѣлали нѣсколько паровыхъ и воздушныхъ машинъ, приводимыхъ въ движеніе солнцемъ. Изъ всѣхъ примѣненій солнечнаго свѣта, предлагаемыхъ Мушо, едва ли не всего интереснѣе солнечные насосы для орошенія полей. Эти насосы не только дѣйствуютъ даровою силой, но и дѣйствуютъ вполне цѣлесообразно, то-есть регулируются самою потребностью въ водѣ, такъ какъ даютъ тѣмъ болѣе воды, чѣмъ сильнѣе освѣщеніе, а слѣдовательно—чѣмъ сильнѣе засуха *)

Всего сказаннаго достаточно, чтобъ убѣдить насъ, что солнечный свѣтъ представляетъ могучій источникъ силы и что эта сила разлагаетъ въ растеніи углекислоту. Самое растеніе не въ состояніи дать необходимую для того силу; оно служить, если можно такъ выразиться, только механизмомъ, приводомъ для приложенія силы солнца.

Слѣдовательно, и въ физическомъ, какъ и въ химическомъ, отношеніи растеніе представляетъ совершенную противоположность животному. Жизнь растенія представляетъ постоянное превращеніе энергіи солнечнаго луча въ химическое напряженіе; жизнь животного, наоборотъ, представляетъ превращеніе химическаго напряженія въ теплоту и движеніе. Въ одномъ заводится пружина, которая спускается въ другомъ.

Не слѣдуетъ однако думать, чтобы значеніе солнечнаго свѣта стало понятно, какъ только Ингенгузъ открылъ фактъ его участія въ процессѣ разложенія углекислоты. Прошло болѣе полустолѣтія, прежде чѣмъ выработалось настоящее научное, механическое представленіе объ этомъ процессѣ. Этимъ успѣхомъ наука, главнымъ образомъ, обязана Майеру и Гельмгольцу. Между тѣмъ какъ прежде могла быть рѣчь только о какомъ-то непонятномъ благотворномъ вліяніи свѣта, Майеръ первый ясно высказалъ мысль, что солнечный свѣтъ при этомъ не только вліяетъ, но и въ буквальномъ смыслѣ затрачивается, расходуется, поглощается растеніемъ, что живая сила луча при этомъ превращается въ химическое напряженіе, что этимъ

*) См. мою брошюру: „Борьба растений съ засухой“. Москва, 1893 г.

запасомъ солнечной энергіи мы пользуемся въ нашемъ топливѣ, въ жизненныхъ процессахъ нашего организма и т. д. Но предоставимъ лучше ему самому говорить своимъ нѣсколько витіеватымъ, но краснорѣчивымъ, образнымъ языкомъ: «Природа, — говоритъ онъ, — повидимому, поставила себѣ цѣлью уловить на лету изливающійся на землю свѣтъ и, обративъ эту подвижнѣйшую изъ всѣхъ силъ въ неподвижную форму, въ такомъ видѣ сохранить ее. Для достиженія этой цѣли она облекла земную кору организмами, которые въ теченіе жизни поглощаютъ солнечный свѣтъ и на счетъ этой силы образуютъ непрерывно накапливающійся запасъ химическаго напряженія. Эти организмы—*растенія*. Растительный міръ представляетъ складъ, въ которомъ лучи солнца задерживаются и запасаются для дальнѣйшаго полезнаго употребленія. Отъ этой экономической заботливости природы зависитъ физическое существованіе человѣчества, и уже одинъ взглядъ на роскошную растительность вызываетъ инстинктивное чувство благосостоянія».

Такимъ образомъ въ разложеніи углекислоты и образованіи органической массы растенія мы имѣемъ всѣ условія какого-нибудь техническаго производства. Мы имѣемъ двигатель—солнечный лучъ, машину, къ которой прилагается этотъ двигатель,—растеніе, сырой матеріалъ—углекислоту, обработанный продуктъ—органическое вещество растенія. /

Разсмотримъ поближе самый механизмъ этого процесса.

Познакомимся прежде всего съ источникомъ силы, съ солнечнымъ лучемъ. Извѣстно, что лучъ солнечнаго свѣта или какого другого блага источника не однороденъ; онъ состоитъ изъ множества разнородныхъ лучей, отличающихся между прочимъ своимъ цвѣтомъ. Обыкновенно различаютъ лучи семи цвѣтовъ. Цвѣта эти—цвѣта радуги: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синій, фіолетовый. Это разложеніе блага цвѣта на его составные семь цвѣтовъ производятъ всего проще при помощи стеклянной призмы. Если въ оконной ставнѣ на солнечной сторонѣ сдѣлать небольшое отверстіе, то проникающіе чрезъ него солнечные лучи дадутъ на полу изображеніе солнца въ видѣ свѣтлаго круглаго пятна; но если предъ

отверстіемъ поставить призму ребромъ внизъ, то изображеніе перемѣстится на стѣну и, вмѣсто круглаго пятна, получится полоса, окрашенная въ только что перечисленные семь радужныхъ цвѣтовъ: съ одного края будетъ красный, съ другого—фіолетовый. Эта радужная полоса называется *спектромъ*. Когда лучъ бѣлаго цвѣта падаетъ на поверхность какого-нибудь тѣла, онъ отчасти или вполне поглощается. Если всѣ лучи будутъ поглощены тѣломъ, то поверхность будетъ черною; если всѣ лучи будутъ отражены въ одинаковой степени, то поверхность будетъ бѣлою. Если же часть лучей будетъ поглощена, часть отражена, то тѣло будетъ окрашено въ цвѣтъ тѣхъ лучей, которые, отражаясь отъ тѣла, попадутъ намъ въ глаза. То же справедливо и относительно прозрачныхъ тѣлъ: если тѣло поглощаетъ всѣ лучи, оно не прозрачно, черно; если оно пропускаетъ всѣ лучи, оно вполне прозрачно, безцвѣтно, какъ вода или стекло. Если же тѣло задерживаетъ одни лучи и пропускаетъ другіе, то оно будетъ окрашено въ цвѣтъ тѣхъ лучей, которые оно пропускаетъ. Если лучъ, отраженный отъ цвѣтного тѣла или прошедшій чрезъ цвѣтное тѣло, будемъ разлагать призмой, то, очевидно, получимъ уже не полный семицвѣтный спектръ, а такой, въ которомъ поглощенные лучи будутъ отсутствовать.

Подобное явленіе представляетъ намъ растительность. При яркомъ, бѣломъ солнечномъ свѣтѣ лѣсъ или лугъ представляются намъ зелеными; ясно, что, получая бѣлый свѣтъ, отражая зеленый, листъ долженъ былъ поглотить, удержать часть полученнаго свѣта.

Прежде чѣмъ дѣлать изъ этого факта какой-нибудь выводъ, посмотримъ ближе, отъ чего зависитъ зеленый цвѣтъ листьевъ. Какую бы зеленую часть растенія мы ни стали изслѣдовать подъ микроскопомъ, мы вскорѣ убѣждаемся, что она сама по себѣ безцвѣтна; она состоитъ изъ пузырьковъ, называемыхъ клѣточками, стѣнки которыхъ прозрачны какъ стекло, а наполняющая ихъ жидкость безцвѣтна какъ вода. Но въ этой жидкости заключены тѣльца или крупинки ярко-изумруднаго цвѣта. Эти тѣльца носятъ названіе *хлорофилла* или листо-зелени. Этимъ крупинкамъ хлорофилла растеніе обязано сво-

имъ зеленымъ цвѣтомъ, подобно тому какъ кровь обязана своимъ цвѣтомъ плавающимъ въ безцвѣтной пасокѣ кровянымъ шарикамъ. Теперь посмотримъ, что станется съ лучомъ солнца, когда онъ упадетъ на поверхность зеленого листа; какіе лучи пройдутъ чрезъ листъ, какіе задержатся въ немъ? Для этого стоитъ только пропустить лучъ свѣта чрезъ листъ и затѣмъ разложить этотъ лучъ призмой, и тотчасъ увидимъ, какое измѣненіе произойдетъ въ спектрѣ. Тѣ лучи, которые будутъ отсутствовать въ спектрѣ, то-есть тѣ, вмѣсто которыхъ въ спектрѣ будутъ черные промежутки, очевидно, остались въ листѣ, поглотившись его веществомъ. Мы можемъ сдѣлать этотъ опытъ еще точнѣе: такъ какъ цвѣтъ растенія зависитъ отъ хлорофилла, мы постараемся изучить поглощеніе свѣта хлорофилломъ. Хлорофиллъ можно извлечь изъ листьевъ спиртомъ. Всякому извѣстно, что настойка на звѣробойныхъ, полынныхъ и другихъ листьяхъ окрашивается въ превосходный зеленый цвѣтъ: это—цвѣтъ хлорофилла. Слѣдовательно, вмѣсто почти непрозрачныхъ листьевъ, мы можемъ взять для опыта совершенно прозрачный настой хлорофилла. Этотъ растворъ въ стеклянномъ сосудѣ мы помѣстимъ на пути свѣтового луча и затѣмъ разложимъ этотъ лучъ призмой. Вотъ какой спектръ представить намъ лучъ свѣта, прошедшій чрезъ яркій зеленый растворъ хлорофилла. Крайніе красные лучи (отъ А до В фиг. 79) пройдутъ, не поглощаясь; на мѣстѣ же самыхъ яркихъ красныхъ, оранжевыхъ и части желтыхъ въ спектрѣ будетъ черная полоса (фиг. 79 отъ В до D) *); зеленые лучи (отъ D и немного правѣ b) не будутъ поглощены, въ спектрѣ будетъ яркая зеленая полоса; синіе и фіолетовые лучи будутъ также поглощены. Слѣдовательно, вмѣсто всѣхъ семи цвѣтовъ, въ спектрѣ хлорофилла мы увидимъ только полосу темно-краснаго цвѣта и другую—ярко-зеленаго цвѣта; обѣ полосы будутъ раздѣлены

*) Фиг. 79 представляетъ фотографію солнечнаго спектра и спектра поглощенія хлорофилла. Самая черная часть лежитъ въ красной части спектра. Фотографированіе этихъ спектровъ до послѣдняго времени представляло значительныя трудности. Лѣтомъ 1893 года мнѣ удалось получить вполне удовлетворительныя, которыя и были мною показаны на сѣздѣ естествоиспытателей и врачей въ Москвѣ, въ январѣ 1894. Буквы обозначаютъ такъ называемыя Фраунгоферовы линіи солнечнаго спектра.

чернымъ промежуткомъ. Изъ этого мы можемъ заключить, что получаемый нами отъ растенія зеленый цвѣтъ не чисто зеленый, а смѣсь зеленого и красного. Въ справедливости этого можно убѣдиться весьма простымъ и любопытнымъ опытомъ. Самое обыкновенное, встрѣчающееся въ продажѣ синее стекло, поглощая зеленые лучи, пропускаетъ часть красныхъ. Понятно, что если смотрѣть чрезъ такое стекло на зеленую растительность, то оно, поглощая посылаемые въ нашъ глазъ зеленые

A. a B. C.

D.

E. b.



Фиг. 82.

лучи, будетъ допускать до него только красные. Нѣмецкіе оптики воспользовались этимъ фактомъ для того, чтобы предло-

жить публикѣ, подъ нѣсколько замысловатымъ названіемъ *эритро-фитоскопа* довольно забавный инструментъ. Это просто синія очки, но стоитъ ихъ только надѣть, и весь міръ представляется «въ розовомъ свѣтѣ». Подъ яснымъ синимъ небомъ развертывается фантастическій ландшафтъ съ кораллово-красными лугами и лѣсами. На этотъ фактъ не мѣшало бы обратить вниманіе инымъ живописцамъ, нерѣдко угощающимъ въ своихъ ландшафтахъ невозможно, никогда не виданною малахитовою зеленью. По всей вѣроятности, въ этихъ неудачныхъ попыткахъ художники стремятся изобразить возможно чистый зеленый цвѣтъ, между тѣмъ какъ цвѣтъ растительности именно смѣшанный, зелено-красный *).

Но вернемся къ нашей цѣли. Мы желали узнать, какіе лучи свѣта поглощаются растеніемъ, и узнали, что хлорофиллъ поглощаетъ извѣстные красные, оранжевые и желтые лучи,

*) Не обладая необходимыми техническими свѣдѣніями, конечно трудно дать въ этомъ отношеніи какой-нибудь опредѣленный совѣтъ. Изъ всѣхъ минеральныхъ зеленыхъ красокъ хромовая зелень всего ближе подходитъ по спектру къ хлорофиллу, такъ какъ ея зеленый цвѣтъ состоитъ изъ смѣси красныхъ и зеленыхъ лучей. Очевидно только то, что изъ смѣси желтой и синей (спектрально-синей) краски нельзя получить зеленый цвѣтъ, сходный съ зеленою листвою.

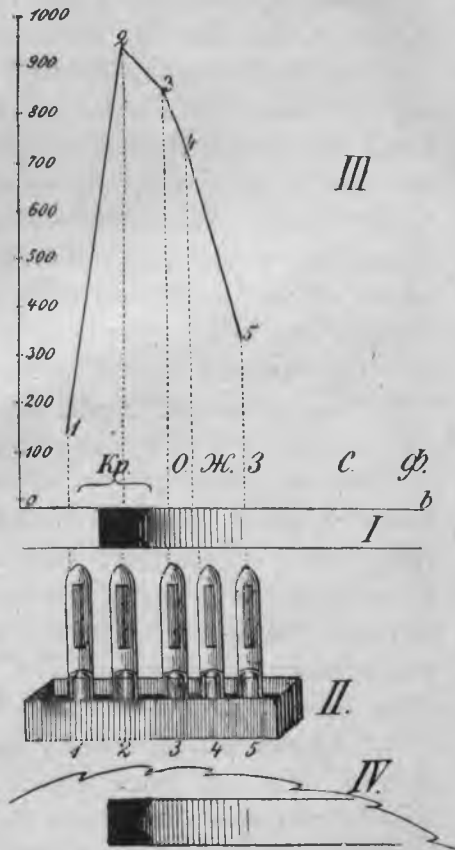
вслѣдствіе чего въ его спектрѣ на этомъ мѣстѣ появляется черная полоса. Тотъ же фактъ можно провѣрить надъ отдѣльнымъ хлорофилловымъ зерномъ подъ микроскопомъ. Вмѣсто того, чтобы прокладывать спектръ на стѣнѣ, можно, при помощи собирательнаго стекла, получить его подъ микроскопомъ, и въ этомъ спектрѣ, величиною съ булавочную головку, разсматривать крупинку хлорофилла. Мы тогда увидимъ, что эта крупинка представится прозрачною зеленою въ зеленой части спектра, прозрачною красною—въ крайней красной и совершенно непрозрачною, черной какъ уголь, въ тѣхъ красныхъ лучахъ (обозначенныхъ на фиг. 79 буквами ВС), которые поглощаются растворомъ. Значить, и живыя крупинки хлорофилла поглощаютъ эти лучи.

Итакъ, извѣстные солнечные лучи, упавъ на растеніе или, точнѣе, на заключающіяся въ его клѣточкахъ крупинки хлорофилла, поглощаются, скрываются, перестаютъ быть свѣтомъ. Но вѣдь энергія не исчезаетъ, она можетъ только превращаться, производить работу, переходя при этомъ въ состояніе напряженія. Какую же работу будутъ производить эти лучи въ растеніи? Вспомнимъ, что мы пришли только что къ заключенію, что солнечные лучи должны производить въ растеніи работу разложенія углекислоты. Естественнo рождается вопросъ, не будетъ ли эта работа происходить именно на счетъ лучей, поглощаемыхъ хлорофилловыми зернами. Это предположеніе пріобрѣтаетъ еще болѣе вѣроятія, когда узнаемъ, что хлорофилловое зерно и есть тотъ органъ, тотъ приборъ, въ которомъ происходитъ разложеніе углекислоты. Уже Пристлей замѣтилъ, что разложеніе углекислоты, выдѣленіе кислорода, происходитъ только въ зеленыхъ частяхъ растенія, то-есть въ листьяхъ или въ зеленыхъ стебляхъ. Онъ могъ даже прямо указать, что это дѣйствіе принадлежитъ зеленому веществу. Если оставить въ свѣтломъ мѣстѣ сосудъ съ водою или какимъ-нибудь настоемъ, то на стѣнкахъ этого сосуда вскорѣ появляется зеленый налетъ. Теперь мы знаемъ, что этотъ налетъ состоитъ изъ микроскопическихъ растеній, водорослей; во время Пристлея этого не было извѣстно, и налетъ этотъ такъ и называли «матеріей Пристлея». Пристлей могъ показать,

что эта матерія выдѣляетъ кислородъ. Этотъ опытъ уже показывалъ, что и внѣ листа или стебля зеленое вещество разлагаетъ углекислоту, что именно ему слѣдуетъ приписать эти отправленія. Но потомъ возникли новыя сомнѣнія: существуютъ растенія не зеленныя и тѣмъ не менѣе разлагающія углекислоту; таковы многочисленныя красныя, черныя и другія пестролистныя растенія, въ послѣднее время болѣе и болѣе завоевывающія наши цвѣтники и оранжереи; таковы также бурныя и красныя водоросли, населяющія морское дно. Но и здѣсь дѣло объяснилось очень просто. Въ пестролистныхъ растеніяхъ цвѣтъ зависитъ отъ присутствія въ сокѣ клѣточекъ яркихъ растворовъ, которые маскируютъ, скрываютъ зеленныя зерна хлорофилла, но подъ микроскопомъ эти зерна не трудно обнаружить. Еще легче обнаружить ихъ слѣдующимъ образомъ: стоитъ обмакнуть красный или почти черный листъ какого-нибудь *Coleus* или другого пестролистнаго растенія въ слабый растворъ сѣрнистой кислоты, и онъ тотчасъ позеленѣетъ. Это зависитъ отъ того, что сѣрнистая кислота, обезцвѣчивая красный растворъ, не дѣйствуетъ на хлорофиллъ. Нѣсколько труднѣе было доказать присутствіе хлорофилла въ морскихъ водоросляхъ. Въ нихъ и подъ микроскопомъ нельзя было найти зеленыхъ крупинокъ, всѣ онѣ окрашены въ бурый или красный цвѣтъ, но химическимъ путемъ можно было доказать, что эти крупинки содержатъ зеленый хлорофиллъ, только скрытый другимъ веществомъ. Впрочемъ, гуляя по берегу моря, не трудно въ этомъ убѣдиться простѣйшимъ наблюденіемъ. Выброшенныя на берегъ и разлагающіяся водоросли нерѣдко представляютъ всѣ переходы отъ свойственныхъ имъ цвѣтовъ къ зеленому; это зависитъ отъ того, что въ мертвыхъ растеніяхъ яркія цвѣтныя вещества вымываются водой, между тѣмъ какъ хлорофиллъ не растворяется. Итакъ, разложеніе углекислоты происходитъ только въ частяхъ, заключающихъ хлорофилловыя зерна. Это правило не представляетъ исключенія. Въ хлорофилловомъ зернѣ мы должны видѣть, какъ сказано выше, тотъ аппаратъ, тотъ механизмъ, къ которому прилагается сила солнечнаго луча. Весьма любопытно было провѣрить на опытѣ справедливость высказаннаго предположенія, не будетъ ли раз-

ложене углекислоты происходит именно на счет лучей, поглощаемых хлорофилломъ. Для этого стоило только повторить опыт Пристляя одновременно въ различныхъ частяхъ спектра. Опытъ произведенъ былъ слѣдующимъ образомъ: взять рядъ стеклянныхъ трубочекъ (фиг. 80, II. 1, 2, 3, 4, 5), наполненныхъ смѣсью воздуха съ нѣсколькими процентами углекислоты и заключающихъ по одному зеленому листу одинаковой величины и съ одного и того же растенія; этотъ рядъ трубочекъ выставленъ въ солнечный спектръ, полученный въ совершенно темной комнатѣ, и, по прошествіи нѣсколькихъ часовъ, посредствомъ анализа газовъ, опредѣлено, въ какихъ трубкахъ разложилась углекислота, въ какихъ нѣтъ, въ какихъ разложилось ея много, въ какихъ мало.

Опытъ вполне подтвердилъ предположеніе. Оказалось, что разложеніе углекислоты происходило только въ тѣхъ лучахъ, которые соотвѣтствуютъ черной полоскѣ въ спектрѣ хлорофилла (фиг. 80, I, кр.—и фиг. 79 между B и D), такъ что тѣ лучи, которые не поглощаются хлорофилломъ, не разлагаютъ углекислоты, тѣ же, которые поглощаются, разлагаютъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ сильнѣе поглощаются. На фиг. III это показано въ такъ называемой графической формѣ. На линіи ab возставлены (точками) перпендикуляры, высота которыхъ выражаетъ ко-



Фиг. 83.

личество углекислоты, разложенной въ соответствующихъ частяхъ спектра (I) въ трубкахъ 1, 2, 3, 4, 5 (II). Ломаная линія 1, 2, 3, 4, 5 (III) наглядно показываетъ, въ какой части спектра всего энергичнѣе разлагается углекислота.

Такимъ образомъ, съ одной стороны, спектральное изслѣдованіе показываетъ, что извѣстные солнечные лучи, пролетѣвшіе безъ измѣненія необозримое міровое пространство, встрѣтивъ на своемъ пути зерно хлорофилла, перестаютъ быть свѣтомъ, скрываются, производя при этомъ, конечно, какую-нибудь работу. Съ другой стороны, только что описанный опытъ въ спектрѣ прямо указываетъ, что именно эти лучи вызываютъ разложеніе углекислоты на углеродъ и кислородъ, затрачиваются на эту химическую работу. Очевидно, мы въ правѣ заключить, что между приходомъ и расходомъ энергіи въ растеніи усматривается полная соответственность.

Мы познакомились, такимъ образомъ, съ источникомъ силы и съ аппаратомъ, къ которому эта сила прилагается, то-есть съ хлорофилловымъ зерномъ. Мы видѣли, какая при этомъ производится работа, остается посмотрѣть, какой получается продуктъ; остается прослѣдить дальнѣйшую участь освобожденнаго изъ углекислоты углерода, узнать, что образуется изъ него въ растеніи. Нашему любопытству въ этомъ отношеніи можетъ удовлетворить микроскопъ.

Мы беремъ какой-нибудь зеленый органъ, на примѣръ, листь, и отрѣзываемъ отъ него пробу для изслѣдованія подъ микроскопомъ, или, еще лучше, беремъ такое растительное тѣло, которое можно прямо наблюдать подъ микроскопомъ, таковы, на примѣръ, зеленыя водоросли, такъ называемая тина. Убѣдившись, что въ зернахъ хлорофилла не заключается никакихъ постороннихъ тѣлъ *), мы выставяемъ изслѣдуемый зеленый органъ на солнце, въ воздухъ или искусственной атмосферѣ, содержащей углекислоту, то-есть помѣщаемъ его въ такія условія, при которыхъ онъ можетъ разлагать углекислоту. Послѣ

*) Что достигается обыкновенно предварительнымъ, болѣе или менѣе продолжительнымъ, выдержаніемъ растенія въ темнотѣ.

болѣе или менѣе продолжительнаго дѣйствія солнца мы вновь подвергаемъ хлорофилловыя зерна микроскопическому изслѣдованію и находимъ въ нихъ какія-то безцвѣтныя крупинки, которыхъ въ нихъ прежде не было. Эти крупинки состоятъ изъ крахмала, какъ въ этомъ не трудно убѣдиться. Къ числу особенностей крахмала принадлежитъ его способность окрашиваться при дѣйствіяхъ раствора іода въ темно-синій цвѣтъ. По этому - то признаку мы и узнаемъ его въ зернахъ хлорофилла. Въ отсутствіи свѣта или углекислоты описаннаго появленія крахмала не замѣчается, откуда мы въ правѣ заключить, что появленіе его есть слѣдствіе разложенія углекислоты. Въ подтвержденіе этого взгляда говоритъ еще и та быстрота, съ которой одно явленіе сопровождается другимъ. Черезъ нѣсколько секундъ послѣ того, какъ лучъ солнца упалъ на поверхность листа, можно обнаружить разложеніе углекислоты, и чрезъ пять минутъ можно уже замѣтить появленіе крахмала въ хлорофилловыхъ зернахъ. Но эта связь двухъ процессовъ становится еще очевиднѣе, когда обратимъ вниманіе на химическій составъ крахмала. Крахмаль можетъ служить представителемъ, типомъ группы растительныхъ веществъ, получившихъ названіе *углеводовъ*. Углеводы состоятъ изъ углерода, водорода и кислорода; свое названіе они получили потому, что въ нихъ водородъ и кислородъ находятся въ такомъ же отношеніи, какъ въ водѣ, такъ что они какъ бы состоятъ изъ угля и воды. Для того, чтобъ изъ углекислоты и воды образовать углеводъ, очевидно, нужно только отнять весь кислородъ углекислоты, то-есть произвести именно то, что происходитъ въ растеніи, когда разлагается углекислота. Углеводы, слѣдовательно, имѣютъ именно такой составъ, какой можно ожидать отъ веществъ, образующихся въ растеніи изъ углекислоты и воды.

Такимъ образомъ микроскопъ вполне подтверждаетъ результаты, полученные путемъ анализа. Когда въ хлорофилловомъ зернѣ разложилась углекислота, въ немъ образуется углеводъ. Самымъ убѣдительнымъ доказательствомъ этой связи служитъ слѣдующій опытъ. На листъ живого растенія, предварительно лишенный крахмала, отбрасываютъ въ темной комнатѣ яркій солнечный спектръ. Черезъ нѣсколько часовъ, листъ срываютъ, обезцвѣчива-

ють спиртомъ и обрабатываютъ растворомъ іода; оказывается что крахмалъ образовался только въ тѣхъ частяхъ спектра, которые поглощаются хлорофилломъ, и тѣмъ обильнѣе, чѣмъ сильнѣе поглощеніе,—другими словами, на листѣ получается отпечатокъ спектра хлорофилла, состоящій изъ крахмала, окрашеннаго іодомъ почти въ черный цвѣтъ (фиг. 80, IV—сравни съ фиг. 79 и 80, I).

Группа углеводовъ представляетъ преобладающую составную часть растительной пищи: такъ, крахмалъ составляетъ $\frac{3}{4}$ вѣса пшеничнаго зерна и $\frac{4}{5}$ сухого вещества картофеля. Кромѣ крахмала къ этой группѣ относится много другихъ веществъ, какъ напримѣръ, сахаръ и клѣтчатка, то-есть то вещество, изъ котораго состоитъ весь твердый остовъ растеній, начиная съ тонкихъ былиннокъ и кончая стволами деревьевъ. Всѣ эти тѣла имѣютъ сходный составъ и различаются только большею или меньшею степенью уплотненія и другими физическими свойствами. Сахаръ, напримѣръ, растворимъ въ водѣ, крахмалъ не растворимъ, но сильно разбухаетъ, образуя клейстеръ; клѣтчатка мало разбухаетъ. Въ извѣстномъ смыслѣ можно сказать, что крахмалъ—уплотненный сахаръ, клѣтчатка—уплотненный крахмалъ. Изъ крахмала легко могутъ произойти другіе углеводы. Сахаръ мы получаемъ изъ него даже искусственнымъ путемъ, приготовляя картофельную патоку. Клѣтчатка еще не получена изъ него искусственно, но, несомнѣнно, происходитъ изъ него въ растеніи: такъ, напримѣмъ, при прорастаніи хлѣбныхъ зеренъ ихъ крахмалъ превращается въ клѣтчатку, изъ которой построенъ ростокъ.

Вторую, послѣ углеводовъ, преобладающую группу растительныхъ веществъ представляютъ *бѣлковыя* вещества, такъ названныя по ихъ сходству съ яичнымъ бѣлкомъ. Пшеничная мука, которую мы опять возьмемъ за образецъ растительной пищи, содержитъ около 17% бѣлковаго вещества, такъ называемой клейковины. Значить, за вычетомъ крахмала и бѣлковыхъ веществъ, всѣ остальные вещества въ хлѣбныхъ зернахъ составляютъ всего нѣсколько процентовъ. Въ составъ бѣлковыхъ веществъ, кромѣ углерода, водорода и кислорода входитъ еще азотъ.

Если, какъ мы видѣли, крахмалъ не можетъ образоваться иначе, какъ при содѣйствіи свѣта, то образованіе бѣлковыхъ веществъ въ растеніи не нуждается въ свѣтѣ или вообще въ постороннемъ источникѣ силы. Зато оно находится въ зависимости отъ присутствія углеводовъ. Стоить доставить нѣкоторымъ растеніямъ какой-нибудь углеводъ, напримѣръ, сахаръ, и какой-нибудь источникъ азота, напримѣръ, амміакъ, и они вырабатываютъ изъ нихъ, хотя бы въ совершенной темнотѣ, бѣлковое вещество. Не касаясь не разрѣшеннаго еще химиками вопроса объ отношеніи углеводовъ къ бѣлковымъ веществамъ, стоя на почвѣ строгаго опыта, мы въ правѣ сказать, что растенія въ состояніи произвести бѣлковое вещество изъ углевода и амміака. Физиологъ можетъ сказать химику: дайте мнѣ сахару и амміаку и одну клѣточку, и я вамъ дамъ сколько угодно бѣлковаго вещества. Конечно, такое производство можетъ-быть не было бы особенно выгодно, но для насъ въ настоящую минуту важенъ только фактъ, что оно теоретически возможно.

Не вдаваясь въ подробности относительно происхожденія другихъ растительныхъ веществъ, менѣе существенныхъ для человѣка, чѣмъ бѣлковыя, мы можемъ распространить на нихъ то, что сказали о бѣловыхъ, и, такимъ образомъ, приходимъ къ заключенію, что участіе солнечнаго свѣта необходимо только для образованія крахмала или вообще углеводовъ изъ углекислоты и воды; всѣ же остальные тѣла могутъ произойти и въ отсутствіи свѣта.

Теперь только мы въ состояніи вполне оцѣнить значеніе процессовъ, совершающихся въ хлорофилловомъ зернѣ подвліяніемъ свѣта.

Во-первыхъ, съ химической точки зрѣнія, это — тотъ моментъ, когда неорганическое вещество, углекислота и вода, превращаются въ органическое, — здѣсь лежитъ источникъ и начало всѣхъ разнородныхъ веществъ, изъ которыхъ слагается весь органическій міръ. Съ другой, съ физической точки зрѣнія, хлорофилловое зерно представляетъ тотъ приборъ, въ которомъ улавливаются солнечные лучи, превращающіеся въ запасъ для дальнѣйшаго употребленія.

Растеніе изъ воздуха образуетъ органическое вещество, изъ солнечнаго луча—запасъ силы. Оно представляетъ намъ именно ту машину, которую обѣщаетъ въ будущемъ Мушо и Эриксонъ, — машину, дѣйствующую даровою силой солнца. Этимъ объясняется прибыльность труда земледѣльца: затративъ сравнительно небольшое количество вещества, удобрения, онъ получаетъ большія массы органическаго вещества; затративъ немного силы, онъ получаетъ громадный запасъ силы въ видѣ топлива или пищи. Сельскій хозяинъ сжигаетъ лѣсъ, стравливаетъ лугъ, продаетъ хлѣбъ, и они снова возвращаются къ нему въ видѣ воздуха, который, при содѣйствіи солнечнаго луча, вновь принимаетъ форму лѣса, луга, хлѣба. При содѣйствіи растенія онъ превращаетъ не имѣющіе цѣны воздухъ и свѣтъ въ цѣнности. Онъ торгуетъ воздухомъ и *свѣтомъ*.

Изложенными соображеніями сами собою разрушаются высказываемыя иногда ученія о томъ благосостояніи, которое ожидаетъ человѣчество, когда химики откроютъ тайну синтеза сложныхъ органическихъ веществъ, когда они откроютъ способъ искусственнаго приготовленія питательныхъ веществъ. Судя по тому, что уже осуществила синтетическая химія, едва ли можно сомнѣваться, что будущее, можетъ-быть отдаленное будущее, осуществить эти ожиданія. По крайней мѣрѣ, между тѣмъ, что уже сдѣлано, и тѣмъ, что предстоитъ сдѣлать, нѣтъ такого кореннаго различія, которое дѣлало бы эту надежду невѣроятною. Но если пища будетъ получаться искусственно, то не падетъ ли земледѣліе? Не утратитъ ли земля всякую цѣну? Не измѣнится ли весь экономическій строй? Посмотримъ, справедлива ли, такая догадка. Мы видѣли, что образованіе органическаго вещества требуетъ затраты силы. Фунтъ хлѣба, сгорая, освобождаетъ около 890 единицъ тепла; слѣдовательно, на его образованіе, все равно—естественнымъ или искусственнымъ путемъ, нужно затратить, по крайней мѣрѣ, такое же количество тепла или вообще силы. Откуда же взять ее? Единственнымъ даровымъ источникомъ силы остается все то же солнце. Слѣдовательно, нашимъ отдаленнымъ потомкамъ

для полученія ихъ искусственныхъ питательныхъ веществъ придется все же подражать растенію, покрывъ поверхность земли искусственными поглотителями солнечныхъ лучей. И нельзя сказать, чтобы это подражаніе было очень легко, потому что растеніе, съ этой точки зрѣнія, представляетъ весьма совершенный приборъ. Простой взглядъ на густую луговую траву уже убѣждаетъ, что почти всякій клочокъ почвы идетъ въ дѣло, но вычисленіе доставляетъ еще болѣе краснорѣчивыя данныя. Такъ, напримѣръ, вся листовая поверхность клевера въ 26 разъ превосходитъ площадь земли, занимаемую этимъ растеніемъ, такъ что десятина, засѣянная клеверомъ, представляетъ для поглощенія лучей солнца зеленую поверхность въ 26 десятинъ. Другія растенія даютъ болѣе высокія цифры. Эспарцетъ имѣетъ листовую поверхность въ 38, а люцерна въ 85 разъ болѣе занимаемой ими площади. Смѣшанныя травы, по всей вѣроятности, дали бы еще болѣе высокія цифры.

Здѣсь самъ собою возникаетъ другой любопытный теоретическій вопросъ: можемъ ли мы при посредствѣ растенія безпредѣльно увеличивать количество органическаго вещества, собираемаго съ извѣстной площади? Можемъ ли мы надѣяться, что при помощи новыхъ улучшеній будемъ безпредѣльно увеличивать производительность нашей почвы, или для нея существуетъ предѣлъ?—Это вопросъ о будущихъ судьбахъ челоуѣчества. Имѣющіяся у насъ данныя дозволяютъ разрѣшить этотъ вопросъ утвердительно: предѣлъ есть, и мы въ состояніи даже приблизительно опредѣлить, насколько мы къ нему близки. Вотъ какимъ путемъ достигаемъ мы этого вывода. Мы уже неоднократно повторяли, что при образованіи органическаго вещества въ растеніи необходимо поглощается столько же тепла, сколько выдѣляется при сжиганіи этого вещества. Такъ, на прим., если какое-нибудь растеніе выдѣляетъ при сгораніи 1,000 единицъ тепла, то мы можемъ заключить, что при его образованіи затратилось, *по крайней мѣрѣ*, это же количество солнечной теплоты, и какъ бы мы ни удобряли и ни воздѣлывали землю, если солнце не доставитъ этихъ 1.000 единицъ тепла, мы не получимъ нашего растенія.

Такимъ образомъ зная, съ одной стороны, сколько горячаго

вещества заключаетъ урожай, полученный съ извѣстной площади (а это мы узнаемъ изъ анализа), зная, съ другой стороны, какое количество тепла посылаетъ солнце на эту площадь, мы имѣемъ всѣ необходимыя данныя для сужденія о приходѣ и расходѣ солнечной энергіи на нашемъ полѣ и, слѣдовательно, можемъ заключить, какою ея частью мы пользуемся, какою еще предстоитъ воспользоваться. Производя такія вычисленія для культуръ, дающихъ наибольшее количество органическаго вещества, наиболѣе богатую жатву, приходимъ къ тому заключенію, что наибольшій ежегодный приростъ вещества лѣса заключаетъ въ себѣ около $\frac{1}{700}$ всего количества тепла, посылаемаго на соотвѣтствующую площадь земли за шестимѣсячный періодъ растительности. При этомъ не принять во вниманіе приростъ корней. Одна изъ наиболѣе интенсивныхъ полевыхъ культуръ—культура земляной груши—утилизируетъ такимъ образомъ $\frac{1}{180}$ всей получаемой отъ солнца энергіи. Органическое вещество сѣна (райграсъ) и корневыхъ остатковъ при самомъ большомъ сборѣ представляетъ въ видѣ запаса $\frac{1}{135}$ получаемой солнечной энергіи. Наконецъ, самые большіе урожаи овса и ржи (зерно, солома и корневые остатки) представляютъ $\frac{1}{80}$ всей полученной энергіи. Такимъ образомъ, при помощи растенія, мы въ состояніи воспользоваться примѣрно отъ $\frac{1}{1000}$ до $\frac{1}{100}$ всего того количества солнечныхъ лучей, которые выпадаютъ на поверхность нашихъ лѣсовъ или полей за періодъ дѣятельной растительности *). Въ правѣ ли мы заключить изъ этого, что, усовершенствовавъ культуру, мы будемъ въ состояніи увеличить свои сборы въ 100 въ 1.000 разъ, прежде чѣмъ достигнемъ предѣла производительности? Въ состояніи ли растеніе превращать въ запасъ всю получаемую энергію? Конечно, нѣтъ. Мы знаемъ, что никакія машины, и организмы не составляютъ исключенія изъ этого правила, не превращаютъ всей получаемой силы въ полезную работу, и одного этого соображенія достаточно, чтобы убѣдить насъ, что фізіологическій пре-

*) Само собою понятно, что приведенныя цифры не могутъ считаться строго точными. Въ особенности цифра, показывающая количество тепла, выпадающаго на извѣстную площадь, и вычисленная изъ данныхъ Пулье только приблизительно вѣрна.

дѣлъ производительности растенія не можетъ совпадать съ физическимъ. Противъ приведенныхъ цифръ, основанныхъ на результатахъ различныхъ культуръ, можно сдѣлать то возраженіе, что хотя полевая растительность,¹ какъ мы видѣли, и представляетъ очень развитую поверхность поглощенія, но тѣмъ не менѣе нельзя считать, чтобы она улавливала весь падающій свѣтъ. Болѣе надежныя цифры можетъ дать въ этомъ отношеніи слѣдующій опытъ. Выставляя на солнце зеленые листья съ точно измѣренною поверхностью, опредѣливъ посредствомъ анализа, какое количество углекислоты будетъ разложено этимъ листомъ при самомъ выгодномъ освѣщеніи, положимъ—въ одинъ часъ, опредѣливъ, наконецъ, какое количество тепла выпадаетъ въ этотъ часъ на взятую поверхность листа, мы получимъ всѣ данныя для вычисленія соотношенія между приходомъ силы и расходомъ ея на разложение углекислоты. Оказывается, что на разложение тратится среднимъ числомъ $\frac{1}{100}$ всей получаемой энергіи, а въ болѣе благопріятномъ случаѣ— $\frac{1}{33}$. По нѣкоторымъ новѣйшимъ изслѣдованіямъ, эти цифры могутъ доходить до $\frac{1}{20}$. Эту послѣднюю цифру мы, вѣроятно, должны считать близкою къ предѣлу фізіологической производительности, такъ какъ растенія поставлены въ наиболѣе благопріятныя условія. Итакъ, мы видимъ, какъ близки самыя интенсивныя наши культуры къ тому, что мы назвали фізіологическимъ предѣломъ, то-есть къ тому наибольшему количеству органическаго вещества, которое можно получить съ данной площади земли при посредствѣ растенія.

Но даже при этомъ предѣлѣ утилизируется всего $\frac{1}{100}$, и въ самомъ выгодномъ случаѣ $\frac{1}{20}$ получаемой энергіи, и мы этому не будемъ удивляться, если обратимъ вниманіе, что, кромѣ этой единственной производительной, съ точки зрѣнія чело-вѣка, работы, въ растеніи совершаются и другія работы, для чело-вѣка совершенно непроизводительныя *). Во-первыхъ, въ те-

*) Еще важнѣе принять во вниманіе, что листъ и не можетъ поглощать всего солнечнаго свѣта: иначе онъ былъ бы не зеленымъ, а чернымъ. Новѣйшія изслѣдованія показываютъ, что листъ поглощаетъ среднимъ числомъ 25% всей солнечной энергіи—это физическій предѣлъ—въ фізіологическихъ опытахъ утилизируется 5%, а въ полѣ—1%.

ченіе всей своей жизни растеніе испаряетъ воду,—такія громадныя количества воды, что, услыхавъ прямо итогъ, почти отказываешься вѣрить. Для испаренія этого количества воды требуется, повидимому, значительно болѣе тепла, чѣмъ сколько затрачивается на разложеніе углекислоты. Слѣдовательно, рядомъ съ производительною работою образованія органическаго вещества, растеніе затрачиваетъ еще болѣе энергіи на бесполезную для человѣка работу—испаренія. Но это не единственная, хотя и самая значительная затрата энергіи въ растеніи. Эту воду растеніе беретъ изъ почвы и, слѣдовательно, должно поднять ее на извѣстную высоту; эту работу можно выразить въ пудо-футахъ. Въ нашихъ полевыхъ растеніяхъ она, конечно, не велика, но въ древесной растительности она составляетъ значительную величину *). Можно себѣ представить, какую громадную работу представляетъ поднятіе массъ воды, испаряющейся въ лѣсахъ какихъ-нибудь исполиновъ, въ родѣ ново-голландскихъ эвкалиптусовъ, макушки которыхъ, по словамъ одного ботаника, могли бы бросать тѣнь на вершину Хеопсовой пирамиды. Конечно, не вся энергія, потребная на испареніе и поднятіе, происходитъ на счетъ непосредственнаго нагрѣванія солнечными лучами, но все же значительная ея часть доставляется ими. Къ этимъ источникамъ бесполезной траты солнечной энергіи должно присоединить еще слѣдующій. Мы не въ состояніи воспользоваться всѣмъ запасомъ органическаго вещества, выработаннаго растеніемъ въ теченіе его жизни, потому что оно само расходуетъ, сжигаетъ часть этого вещества. Можно считать, что такимъ путемъ тратится до $\frac{1}{20}$ всего вещества, такъ что растеніе, въ отношеніи накопленія органическаго вещества, дѣлаетъ постоянно двадцать шаговъ впередъ и одинъ назадъ. Всѣ перечисленные источники траты солнечной энергіи представляютъ намъ, такъ сказать, издержки производства органическаго вещества посредствомъ растенія. Мы видимъ слѣдовательно, что растеніе хотя и очень совершенный аппаратъ

*) Поднятіе соковъ на значительную высоту можно считать непроеизводительнымъ только съ точки зрѣнія количества получаемого вещества, зато оно важно съ точки зрѣнія качества, — оно даетъ намъ, напримѣръ, строевой и мачтовый лѣсъ.

для утилизиrowанія солнечной силы, но все же оставляетъ еще многого желать, такъ какъ при самыхъ благопріятныхъ условіяхъ оно превращаетъ въ полезную для человѣка работу всего $\frac{1}{100}$ или $\frac{1}{200}$ всей получаемой отъ солнца энергіи. Человѣку предстоитъ или усовершенствовать въ этомъ отношеніи растеніе, или изобрѣсть, взамѣнъ его, искусственный приборъ, который утилизировалъ бы большій процентъ получаемой энергіи и притомъ работалъ бы круглый годъ. Насколько успѣетъ онъ на этомъ пути, вопросъ будущаго; одно только достоверно, что когда, при помощи своихъ искусственныхъ приборовъ, онъ получитъ со всей свободной площади земли разъ во 100 болѣе органическаго вещества, чѣмъ сколько заключается въ самой обильной жатвѣ въ настоящее время, тогда онъ можетъ себѣ сказать, что дошелъ до предѣла; далѣе уже некуда идти. Тогда напрасно сталъ бы онъ просить у земли, у своего искусства, еще топлива, еще пищи,—онъ не получитъ ихъ, потому что солнце не въ состояніи ему болѣе дать. Тогда-то законъ Мальтуса обнаружится во всей своей зловѣщей очевидности: человѣчеству придется вести строгій бюджетъ жизни и смерти; производя себѣ подобныхъ, человѣчество будетъ справляться съ таблицами о смертности, какъ это уже такъ обязательно и предупредительно совѣтуютъ заботливые экономисты. Тогда, въ буквальный смыслѣ, ни одинъ лишній ротъ не найдетъ себѣ мѣста за трапезой природы. Достигнетъ ли когда-нибудь человѣчество такого предѣла? Какими новыми процессами синтеза облагодѣтельствуютъ его будущіе Бертло? Какими солнечными машинами снабжать его будущіе Мушо и Эриксоны? Кто знаетъ? Несомнѣнно только одно, что земля представитъ тогда очень грустное зрѣлище. Когда человѣкъ будетъ утилизировать не часть, какъ теперь, а всю солнечную энергію, тогда, вмѣсто изумрудной зелени луговъ и лѣсовъ, наша планета покроется однообразною, погребально-черною поверхностью искусственныхъ поглотителей свѣта. Томсонъ предвѣщаетъ, что нашей вселенной грозитъ неминуемая *холодная* смерть, что нашъ міръ окончатѣль въ ея ледяныхъ объятіяхъ, и это предсказаніе, я полагаю, мало кого встревожило. Вѣдь это сбудется, когда насъ уже не будетъ, а извѣстно—après moi le déluge.

Но каково будетъ жить, когда вся земля превратится въ одну всеохватывающую фабрику, изъ которой никогда, даже въ праздникъ, на часокъ, нельзя будетъ вырваться in's Grüne!

Отвернемся отъ этой мрачно-фантастической картины, по счастью, еще очень отдаленнаго будущаго и вернемся къ поставленному нами въ началѣ этой статьи вопросу, на который можемъ теперь дать полный, категорическій отвѣтъ. Мы можемъ всего лучше это сдѣлать въ видѣ слѣдующаго примѣра. Когда-то, гдѣ-то на землю упалъ лучъ солнца, но онъ упалъ не на бесплодную почву, онъ упалъ на зеленую былинку пшеничнаго ростка, или, лучше сказать, на хлорофилловое зерно. Ударяясь о него, онъ потухъ, пересталъ быть свѣтомъ, но не исчезъ. Онъ только затратился на внутреннюю работу, онъ разсѣкъ, разорвалъ связь между частицами углерода и кислорода, соединенными въ углекислотѣ. Освобожденный углеродъ, соединяясь съ водой, образовалъ крахмалъ. Этотъ крахмалъ, превратясь въ растворимый сахаръ послѣ долгихъ странствій по растенію, отложился, наконецъ, въ зернѣ въ видѣ крахмала же или въ видѣ клейковины. Въ той или другой формѣ онъ вошелъ въ составъ хлѣба, который послужилъ намъ пищей. Онъ преобразился въ наши мускулы, въ наши нервы. И вотъ теперь атомы углерода стремятся въ нашихъ организмахъ вновь соединиться съ кислородомъ, который кровь разноситъ во всѣ концы нашего тѣла. При этомъ лучъ солнца, таившійся въ нихъ въ видѣ химическаго напряженія, вновь принимаетъ форму явной силы. Этотъ лучъ солнца согрѣваетъ насъ. Онъ приводитъ насъ въ движеніе. Быть можетъ, въ эту минуту онъ играетъ въ нашемъ мозгу.

Приведенный примѣръ—самый подробный, самый обстоятельный отвѣтъ, который въ состояніи дать наука на поставленный нами вопросъ. Мы можемъ выразить его и короче, тремя словами. Пища служитъ источникомъ силы въ нашемъ организмѣ потому только, что она—не что иное какъ *консервъ солнечныхъ лучей*.

Глубокое научное значеніе этого результата говорить само за себя, но его, конечно, оцѣнять и люди наиболѣе равнодушные къ научнымъ истинамъ. Поэтъ-мечтатель, съ грустью взи-

рающій на прозаическій трудъ ученаго, съ удовольствіемъ услышитъ отъ него, что онъ самъ, поэтъ, такое же эфирное существо, сотканное изъ воздуха и свѣта, какъ и безплотныя созданія его фантазіи. Человѣкъ спесивый, гордящійся сознаніемъ знатности своего рода и не безъ презрѣнія относящійся къ скромной долѣ дѣятелей науки, получить конечно нѣкоторое уваженіе къ этой наукѣ, услыхавъ, что, благодаря ей, «онъ въ правѣ, наравнѣ съ самимъ китайскимъ императоромъ, величать себя сыномъ солнца» *).

*) Helmholtz: *Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte*, S. 127.

УКАЗАТЕЛЬ.

А.

Агаве, 142.
Азотная кислота, 97.
Азотъ, 36, 37, 86, 91, 96, 97.
Амміакъ, 87, 91.
Анютины глазки, 283.
Апельсинъ, 219.
Арбузъ, 28.

Б.

Бактеріи, 100, 225.
Баобабы, 143, 236.
Барбарисъ, 249.
Береза, 227.
Бобовыя, 21, 98, 294.
Бобъ, 21.
Бобы, 12, 58.
Борьба за существованіе, 293.
Бракъ, въ близкихъ степеняхъ родства, 226.
Броженіе, 263.
Бурачниковыя, 278.
Буссенго, 125.
Бѣлковыя вещества, 42, 44, 60, 77; — ихъ образованіе, 130, 334.
Бѣлокъ, 60;—кофейный, 60, 79.

В.

Вакуоля, 201.
Валлиснерія, 222, 239.
Велингатонія, 143, 237.
Вельвичія, 142.
Видъ, 283; в. и разновидность, 284; — хорошіе виды, 287.
Вишня, 20.
Вода, количественное опредѣленіе в., 36; — ея значеніе при прорастаніи, 61; выдѣленіе в. листьями, 159;—испареніе в. листьями, 160.
Водородъ, 36, 37.
Водоросли, 27, 246;—морскія, 330.
Восстановленіе, 131.
Волокна, 145, 149;—лубяныя, 155.
Волоски корневые, 103, 105.
Воспроизведеніе организмовъ связано съ размноженіемъ, 292.
Всхожесть сѣмянъ, 77.
Вьющіяся растенія, 144.
Вѣнчикъ, 17;—его значеніе, 225.
Вѣсы, ихъ значеніе, 35.

Г.

Гедизарумъ, 254.
Геліотропизмъ, 185;—положительный и отрицательный, 190.
Гельзъ, 61.
Гельмгольцъ, 300, 324.
Гельмонтъ, Ванъ, 35.
Геологія, 32.
Гѣте, 22, 279, 280, 296.
Глюкоза, 42, 62.
Годичныя кольца древесины, 152, 198.
Горохъ, 12, 61.
Горчичное масло, 63.
Гортніе, 70, 131, 315.
Гофмейстеръ, 61;—о переходѣ между споровыми и цвѣтковыми р., 281, 282.
Грибы, 27, 137;—слизистые, 240.

Д.

Дарвинъ, 31, 65, 260, 262, 284, 290, 293—304.
Движеніе: протоплазмы, 239, 240; — зооспоръ, 243; — живчиковъ, 246; — тычинокъ, 249; — раздражителейъ листьевъ, 250, 253, 254; — сходство движеній животныхъ и растеній, 256;—произвольны ли движенія р. 265.
Двугубые цвѣтки, 228.
Дербенникъ, 226.
Десмодиумъ, 254.
Диктамнусъ, 234.
Диссоціація, 133.
Диффузія, 47, 48, 49, 50, 54, 68, 77, 112, 127, 151, 170.
Диастазъ, 62, 63, 74, 77.
Дубъ, 152;—Кунцовскій, 143.
Дынное дерево, 65.
Дыханіе животныхъ, 70, 317; — сѣмени 70, 76;—растеній, 262; — необходимо ли для р., 263, 265.
Дѣленіе клѣточекъ, 193.

Е.

Единица тепла, 313.

Ж.

Желвачки корневые, 99.
Желѣзная соль, ея диффузія, 51.
Желѣзо, 38, 93, 96.
Живчики, 246.

Жизненная сила, 274.

Жиры, 41, 45.

З.

Завязь, 20, 224.

Запасы питательныхъ веществъ, 170.

Запахъ цвѣтовъ и его значеніе, 232.

Зародышъ, 58, 63, 219.

Зародышевый мѣшокъ, 216.

Зародышевый пузырекъ, 218.

Земляника, 212.

Злаки, 294.

Зола, 36, 37, 38, 86.

Зооспоры, 244.

И.

Ива, 168, 214.

Известковая вода, 71.

Измѣненіе организмовъ, причины ихъ вызывающія, 295.

Ингенгузъ, 320.

Исторія органическаго міра, 32; — имѣютъ ли р. исторію, 275.

Исторія развитія, 281.

Историческія причины, 275, 303.

І.

Іодъ, 44; — съ хлористымъ цинкомъ, 44.

К.

Каламиты, 26.

Калій, 38, 92.

Кальцій, 38, 95.

Камбій, 154.

Камелія, 17.

Капуста, 301.

Картофель, 280.

Каучукъ, 149.

Каштанъ конскій, 14.

Каштанъ на Ѣтнѣ, 143.

Килограммо-метръ, 313.

Кирказонъ, 231.

Кислородъ, 36, 70; — поглощеніе сѣменами, 73.

Клеверъ, 247.

Кожица, 117.

Козлобродникъ, 248.

Кислоты, 38.

Клейковина, 41, 64, 342.

Кленъ, 14.

Клѣточка, 27, 38, 52, 145, 149; — строеніе ея стѣнки 146; — формы 145; — утолщенія стѣнокъ, 146; — поры, 146; — к. искусственная, 50, 111.

Клѣтчатка, 42, 44, 79.

Коллодіумъ, 50.

Коллоиды, 54, 64.

Конопля, 72, 214.

Контъ — о біологической гармоніи, 299.

Кора первичная, 153; — вторичная, 155, 169.

Корень, 23; — стержневой и мочковатый, 102; — длина 105; — принятіе твердой

пищи к. 108; — способность выбирать пищу, 111; — водоподъемная способность к., 156, 159.

Корневой чехликъ, 102.

Крапива, 95.

Крахмалъ, 41, 43, 62; — его образованіе, 128, 333.

Кремнеземъ, 95.

Кремній, 38, 95.

Кристаллоиды, 54, 55.

Кувшинка, 18, 31.

Кукушкины слезки, 293.

Культура искусственная, 87; — водная, 89.

Культурныя растенія, 234.

Л.

Лавуазье, 35, 36.

Лень, 145, 226.

Леонардо-да-Винчи, 144.

Лепестки, 17, 31.

Лепидодендры, 25.

Лилія, 18.

Линней, 283.

Лица, 12.

Листорасположеніе, 143.

Листъ, 113; — анатомическое строеніе, 116; — листовая мякоть, 117; — значеніе л., 138.

Лианы, 144.

Лубъ, 154.

М.

Магній, 38, 95.

Маисъ, 58, 215.

Майеръ, Робертъ, 325.

Макъ, 59.

Мангровое дерево, 80.

Масла, 41, 45.

Матерія, законъ ея сохраненія, 34, 130.

Метаморфозъ, 22, 32.

Микро-химическія изслѣдованія, 45.

Миль, 88.

Мимоза, 250, 256.

Миндаль горькій, 63.

Мирозинъ, 63.

Мироновая кислота, 63.

Можжевельникъ, 214.

Морфологія, 3.

Мухоловка, 65, 253, 255, 258, 260.

Мхи, 27, 246.

Н.

Найтъ, 201.

Напряженіе, 310, 315.

Напряженіе тканей, 177; — поперечное, 200.

Насѣкомоядныя р., 65, 253, 260.

Незабудка, 278.

Нектарники, 225, 228.

Нервы, 117, 150.

Нить тычиночная, 18.

Норичникъ, 278, 280.

Ночная фіалка, 230.

О.

Олеандръ, 169.
Ольха черная и сѣрая, 283.
Оплодотвореніе, 216; — перекрестное, 227.
Опыленіе Валлиснеріа, 222; — Пилеи, 222.
Опытъ съ колокольчикомъ, 206.
Организмъ, 2.
Органическое вещество, 37, 38, 129.
Органъ элементарный, 29.
Орхидный, 229.
Осица, 214.
Осмотическія явленія, 158.
Ось, 23.
Отборъ, искусственный, 235, 291; — естественный, 293, 304.

П.

Пальмы, 142, 151.
Папоротники, 24, 26, 32, 246.
Паразиты, 138.
Пасленовыя, 280.
Пепсинъ, 64.
Пептоны, 64.
Перегной, 85, 114.
Переходныя формы: отсутствіе ихъ между видами, 289; — объясненіе этого факта, 300.
Пестикъ, 20, 215.
Пестролистныя растенія, 330.
Пилеа, 222.
Пирогалловая кислота, 122.
Питаніе животнаго и растенія, 259.
Піонъ, 15, 17, 19, 21, 31.
Плазмоллизъ, 203.
Пластина листовая, 14.
Плауны, 25, 32, 276.
Плачь растенія, 156.
Плодникъ, 20.
Плодолистикъ, 21.
Плодосмѣнное хозяйство, 98.
Плѣсень, 27, 140, 220; — на мертвыхъ мухахъ, 243.
Поверхность листьевъ, ея величина, 337.
Повилика (*Cuscuta*), 259.
Поглотительная способность почвы, 97.
Порожникъ, 142.
Подушечки листовыя, 251.
Полеганіе хлѣбовъ, 95, 197.
Почки листовыя, 14.
Поры окаймленныя, 165.
Предѣлъ производительности земли, 337.
Пристлей, 36, 123, 318.
Протяженіе земное, его вліяніе на ростъ, 174; — стебля, 176; — корня, 180.
Пробка, 167.
Прорастаніе, періодъ п., 80, 83.
Протоплазма, 39; движеніе п. у Валлиснеріа, 239; у Традесканціи, 240; — у слизистыхъ грибовъ, 240.
Пудо-футъ, 309.

Пузырчатка, 261.

Пучки сосудистоволокнистые, 150.

Пыльники, 18.

Пырей, 212.

Р.

Работа, 309.
Разбуханіе, 61.
Раздѣленіе труда: между органами, 81; — между частями клѣточки, 81.
Различіе между растеніемъ и животнымъ, 268, 266.
Разложеніе углекислоты 120; — въ солнечномъ спектрѣ, 331; — зависимость его отъ хлорофилла, 331.
Размноженіе организмовъ въ геометрической прогрессіи, 292.
Размноженіе растений, растительное, 213.
Растенія безцвѣтковыя, 26, 32; — споровыя, 27, 32.
Роза, 19.
Ростъ, 34, 171; р. и питаніе, 172; р. корня и стебля, 173; р. корня 180, 183; дѣйствіе свѣта на р. 184; способы измѣренія р., 185—9; дѣйствіе температуры на р., 189; р. клѣточекъ, 192, 201.
Роснянка, 260.
Рыльце, 20.

С.

Самовозгораніе, 315.
Самоопыленіе, 226.
Сахаристыя вещества, 43.
Сахаръ виноградный, 42.
Свѣтъ: волнообразное движеніе, 135; — разлагаетъ углекислоту въ р., 135; поглощеніе с. тѣлами, 326; дѣйствіе с. на ростъ, 184; дѣйствіе с. на ростъ клѣточекъ, 196.
Селитра, 86, 91, 98.
Сенебье, 36.
Сердцевина, 153, 171.
Сердцевинные лучи, 153.
Сила: какая с. заключается въ пищѣ, 308; — понятіе о с., 308.
Синякъ, 278.
Смоковница, индѣйская, 212.
Смородина, 14.
Слоновая кость, растительная, 29.
Сознаніе — обладаетъ ли имъ растеніе, 267.
Сокъ клѣточный, 40.
Соли, 38.
Солнечныя машины, 323.
Солнце — источникъ энергіи, 322.
Сонъ листьевъ, 247; — его польза, 255; — цвѣтовъ, 248.
Соотношеніе развитія, законъ, 296.
Сорныя травы, борьба съ ними, 294.
Сосна, 215.

Сосуды, 146, 148;—спиральные 148;—ситовидные, 148, 154, 169;—млечные, 148, 170; разрывъ воздуха въ сосудахъ, 162; значеніе сосудовъ, 164.
 Сохраненіе энергіи. 311.
 Спектръ солнечный, 326.
 „ хлорофилла, 327.
 Спирогира, 192, 220.
 Спора, 27.
 Сравнительная анатомія растений, 281.
 Сродство систематическое,—объясняется родствомъ, 290.
 Сродство химическое, 132, 315.
 Стебель, 23; его роль, 141;—анатомическое строеніе, 150; а. стр. с. однодольныхъ, 151; а. стр. с. двудольныхъ и хвойныхъ, 152.
 Столбикъ, 20.
 Сходство между растеніемъ и животнымъ, 268.
 Сціоптикъ, 120.
 Съменодоль, 12, 32, 58.
 Съмя, 11.
 Съра, 38, 95.
 Сърная кислота и сахаръ, 44.

Т.

Тайнобрачныя растенія, 214.
 Танинъ—его диффузія, 51.
 Температура, низшая, высшая, лучшая, 75.
 Теплота, развитіе т. при прорастаніи, 74;—сгоранія, 130, 131;—поглощаемая и освобождаемая при химическихъ явленіяхъ, 131.
 Термотропизмъ, 190.
 Ткань 29;—основная, 150;—образовательная, 154.
 Токъ восходящій (воды). 155; его путь 155; его причины, 156; т. веществъ, выработанныхъ листомъ, 168; его путь, 169; его причины, 170.
 Традесканція, 39.
 Тычинка, 18.

У.

Углеводы, 42, 129.
 Углекислота, 70; выдѣленіе съменами, 72;—атмосферная, 115; разложеніе ея магніемъ, 115; разложеніе ея листомъ, 116, 118, 120, 123, 125, 318, 331.
 Углеродъ, 36, 37, 114.
 Усвоеніе вещества растеніемъ, 80, 83.
 Устьица, 118, 127, 161.

Ф.

Фасоль, 12.
 Фелингова жидкость, 43, 45, 62.
 Ферменты, 63, 77, 218, 261.
 Физиологія животныхъ и медицина, 7.
 Физиологія, 7.

Физиологія растений и земледѣліе, 8.
 Фикусъ, 149.
 Финиковая пальма, 214.
 Фіадка, 283.
 Формы переходныя, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 31, 277, 278, 282.
 Фосфоръ, 38, 95.
 Фукусъ, 246,

Х.

Хвощи, 24, 32.
 Химическій составъ р.: элементарный, 31, 38;—ближайшій, 41.
 Хлорофиллъ, 127, 192, 326;—въ животномъ организмѣ, 262.
 Хлоръ, 38, 95.
 Хохлатка, 226.
 Хроматинъ, 195.

Ц.

Цвѣтъ, 215.
 Цвѣтныя трубочки, 217.
 Цвѣты махровые, 19.
 Центробѣжная сила, ея вліяніе на ростъ, 175.
 Цѣлесообразность организмовъ, 273, 274, 304.

Ч.

Часы Флоры, 248.
 Чашелистикъ, 16, 224.
 Чашечка, 16.
 Черешня, 20.
 Черешокъ, 14.
 Чувствительность — обладаютъ ли ею растенія, 265.

Ш.

Шалфей, 229, 278, 281.
 Шиповникъ, 19.

Щ.

Щелочь, ѣдкая, 71.

Э.

Эквивалентъ, механическій, 313.
 Экvizетиты, 26.
 Экспериментальное искусство, его значеніе, 210.
 Эндлихеръ, 143.
 Энергія, 131; запасъ энергіи, 134;—явная и потенціальная, 310;—солнечная, утилизируемая растеніемъ, 337.

Я.

Явнобрачныя растенія, 214.
 Ядро кліточное, 39;—его дѣленіе, 194;—яичка, 216.
 Яичко, 20, 216
 Ясень, 13.