

ЖИЗНЬ РАСТЕНИЙ

С. Стоянов

ЖИЗНЬ РАСТЕНІЯ.

ДЕСЯТЬ ОБЩЕДОСТУПНЫХЪ ЧТЕНІЙ

К. Тимирязева,

Профессора Московскаго Университета и Петровской Академіи.

—132—

Второе исправленное и дополненное изданіе
съ 63 фигурами въ текстѣ.

ИЗ КНИГ
Георгия Андреевича
Стоянова



МОСКВА.
Изданіе книгопродавца А. Л. Васильева.

1885

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 разсмотрѣть 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 КЪ ВТОРОМУ ИЗДАНІЮ.

Въ предисловіи къ первому изданію, я указалъ, что недостатокъ въ общедоступномъ очеркѣ физиологій 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 специалистовъ; 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 втораго 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 не точнымъ, 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 über Pflanzen—Physiologie. 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 высказывать 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 не опровергнутое 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.

Кунцово, 8-го іюня

1884.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	Стр.
Предисловіе къ первому изданію	III
Предисловіе къ второму изданію	V

I.

Наука и общество.—Внѣшнее и внутреннее строеніе растенія.

Скудость ботаническихъ знаній, проникающихъ въ наше общество.—Два установленныя типа ботаниковъ.—Современное направленіе науки.—Морфология и физиология, форма и жизнь.—Двѣ причины сравнительной отсталости ботаники—логическая и практическая.—Искусство и наука.—Земледѣліе и физиология растеній.—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 кѣлочкѣ объясняетъ ихъ поступленіе.—Основной механизмъ питанія кѣлочекъ

31

III.

С ѣ м я.

Строеніе сѣмени и внѣшнія явленія проростанія.—Три условія проростанія: вода, воздухъ, теплота.—Механическое значеніе воды.—Химическое значеніе

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

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

54

IV.

К о р е н ь .

Значеніе корня.—Составъ почвы.—Способъ опредѣленія необходимыхъ питательныхъ веществъ.—Искусственныя 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.—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

80

V.

Л и с т ь .

Значеніе листа.—Какое питательное вещество поступаетъ черезъ листъ?—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 энергій.—Питаніе растенія на счетъ органическаго вещества—грибы и паразиты.—Физиологическая роль листа.

105

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.

Всходящій токъ воды.—Его путь и причина педнятія.—Участіе корня—его водо-
подъемная способность.—Участіе листьевъ—испареніе воды.—Роль сосудовъ.—
Быстрота движенія сока.—Значеніе пробковой ткани.—Движеніе питательныхъ
веществъ, выработанныхъ листомъ.—Путь этого движенія.—Значеніе ситовид-
ныхъ и млечныхъ сосудовъ.—Причины этого движенія.—Образованіе запасовъ
питательныхъ веществъ. 132

VII.

Р о с т ь.

Питаніе и ростъ.—Направленіе роста корня и стебля.—Вліяніе земнаго прита-
женія.—Напряженіе тканей.—Образъ дѣйствія земнаго притяженія.—Вліяніе
свѣта.—Геліотропизмъ.—Способы измѣренія роста.—Вліяніе температуры.—
Термотропизмъ.

Ростъ и размноженіе клѣточекъ.—Ближайшее дѣйствіе свѣта на ростъ клѣ-
точныхъ стѣнокъ.—Вліяніе давленія на форму клѣточекъ.—Можно ли слышать
какъ прозябаютъ растеніе.—Значеніе экспериментальнаго искусства. 160

VIII.

Ц в ѣ т о к ъ.

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

Значеніе, такъ называемыхъ, несущественныхъ частей цвѣтка.—Самооплодотво-
реніе и перекрестное оплодотвореніе.—Значеніе вѣтра и насѣкомыхъ.—
Части цвѣтка, служація приманкой для насѣкомыхъ.—Особыя формы цвѣт-
ковъ, приспособленныя для перекрестнаго оплодотворенія при посредствѣ
насѣкомыхъ.—Доля искусства въ образованіи культурныхъ породъ.—Зна-
ченіе отбора.—Недостаточность фізіологическихъ знаній о сущности по-
лового процесса. 194

IX.

Р а с т е н і е и ж и в о т н о е.

Ходячія понятія о различіи между растеніемъ и животнымъ.—Способность
растенія къ движенію.—Движенія микроскопическія: протоплазмы, зоос-
поръ, живчиковъ.—Движенія органовъ высшихъ растеній подъ вліяніемъ внѣш-
нихъ условій (теплоты, свѣта).—Раздражительные органы.—Механизмъ этихъ
движеній.—Самопроизвольно движущіеся органы.—Полезъ различныхъ движеній
для растенія.

Внутреннее сходство процессовъ движенія у растеній и у животныхъ.—Сходство
процессовъ питанія.—Сходство процесса дыханія.—Дыханіе и броженіе.—
Сходство явленій раздражительности и анестезіи у животныхъ и растеній.—
Обладаетъ ли растеніе сознаниемъ?—Различіе между животнымъ и расте-

ніємъ не качественное, а количественное, не категорическое, а типическое.—	Стр.
Итоги опытной фізіологіи не исчерпываютъ задачи этой науки.	217

Х.

Образованіе органическихъ формъ.

Цѣлесообразность органическихъ формъ можетъ быть объяснена только историческимъ процессомъ ихъ образованія.— Палеонтологія, морфологія и эмбриологія согласно свидѣтельству 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. 254

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, рассматриваемый 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. 285

Примѣчанія	321
Указатель	326

ЖИЗНЬ РАСТЕНІЯ.

I.

Наука и общество. — Внѣшнее и внутреннее строеніе растенія.

Едва ли не въ первый еще разъ, въ Москвѣ, ботанику 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, физиологъ, геологъ успѣли, повидимому, завоевать себѣ болѣе почетное мѣсто чѣмъ ботаникъ.

Я полагаю, я буду недалеко от истины, сказавъ, что при словѣ *ботаникъ* еще и теперь въ воображеніи многихъ людей, даже вполнѣ образованныхъ, но стоящихъ въ сторонѣ отъ науки, возникаетъ одинъ изъ слѣдующихъ двухъ образовъ: или скучный педантъ, 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, улаждающій свои взоры ихъ яркимъ колеромъ, вдыхающій ихъ ароматы, воспѣвающій гордую розу и скромную фіалку, однимъ словомъ, типъ изящнаго адепта той *amabilis scientia*, 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 ступшевывается за 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 значительной степени 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 зрѣнія: 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 на-

зывается 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 собою 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 искусственные 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 фактическаго матеріала, отчасти же различіемъ въ приѣмахъ изслѣдованія и въ цѣляхъ, къ которымъ стремятся эти двѣ отрасли знанія. Одна наблюдаетъ и описываетъ, другая испытываетъ и объясняетъ. Доказательствомъ, что это дѣленіе искусственно, служитъ 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 безсильны. Но понятно, что эти двѣ отрасли

въ весьма различной степени способны привлечь общее вниманіе, — 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 свидѣтельствуетъ 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 другаго царства, изученіе основныхъ законовъ жизни; оно можетъ и должно привлекать вниманіе каждаго мыслящаго человѣка, желающаго понимать то, что совершается вкругъ 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.

И такъ, едва ли подлежитъ сомнѣнію, что фізіологія болѣе чѣмъ морфологія, явленіе болѣе чѣмъ тѣло, жизнь болѣе чѣмъ форма, имѣютъ право рассчитывать 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.

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

Исторія науки свидѣтельствуеѣтъ, что почти всѣ силы ботаниковъ были направлены на эту вторую отрасль; ученые вдалиѣсь 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 исключительномъ морфологическомъ направленіи. По мнѣнію этихъ современныхъ представителей науки, ботаникъ—это такой человѣкъ, 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 масштабѣ: 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 жизненные явленія. Само собою разумѣется, что между представителями исключительно морфологическаго, описательнаго направленія встрѣча-

лись могучіе умы, оживлявшіе и освѣщавшіе своею мыслью накопившійся матеріалъ,—мы даже вскорѣ увидимъ тому примѣръ,—но въ общей сложности ихъ дѣятельность вращалась въ кругѣ понятій, которыя были недоступны людямъ не подготовленнымъ и потому не могли возбудить общаго интереса. Изысканная 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 объяснить явленія жизни, то-есть свести ихъ на болѣе простыя фізическія и химическія явленія,—въ чемъ и заключается задача фізіологіи,—дляэтого 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 фізикомъ, 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, служитъ 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 совершенно 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 наука 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 пользу фізіологіи животныхъ общество убѣдилось давно, въ пользу фізіологіи растений оно едва только начинаетъ убѣждаться. Почти каждая наука обязана своимъ происхожденіемъ какому-нибудь искусству, точно также 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 пріобрѣтенія 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 развилась 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 сытымъ и одѣтымъ, имѣть кровь и средства передвиженія. Боль-

шую часть этихъ удобствъ онъ получаетъ прямо или косвенно отъ растеній, которыя воздѣлываетъ или охраняетъ. Только изучивъ законы ихъ жизни, только подмѣтивъ или выпытавъ у самого 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 бесплодныхъ 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 начинается 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“.

Раціональное земледѣліе гораздо моложе раціональной 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 покрылась 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 *).

*) Италія съ тѣхъ поръ успѣла уже поправить свои финансы а у насъ опытыя станціи все еще находятся въ области проектовъ. *Примѣч. къ II изд.*

только 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 земледѣіемъ 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 растений.

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 растений 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 цѣлю. По мѣрѣ развитія чистой науки, приложенія являются сами собою. Развитіе науки можетъ опредѣляться только внутренней логикой фактовъ, а не внѣшнимъ давленіемъ потребностей. Научная мысль, какъ и всякая мысль, можетъ работать только подъ условіемъ полной свободы. Стѣсненное 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 цѣлю и въ виду ихъ приложенія, и на оборотъ, 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-фізіологическое. Съ этимъ пробужденіемъ совпадаетъ и пробужденіе въ обществѣ сознанія полезности этихъ знаній. Земледѣліе начинаетъ нуждаться въ фізіологіи растений. 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, таяться 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 что мы сдѣлали, должны они говорить обществу, вотъ что мы дѣлаемъ, вотъ что намъ остается сдѣлать—судите насколько это полезно въ настоящемъ, насколько падаетъ надежды въ будущемъ.

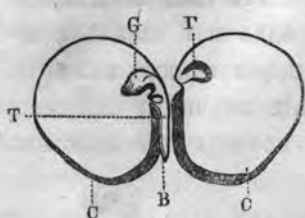
Такова, на мой взглядъ, одна изъ задачъ такъ называемой популярно-научной литературы, такова одна изъ задачъ и популярныхъ чтеній, задача, которую нерѣдко опускаютъ изъ виду, усматривая въ общедоступномъ изложеніи научнаго предмета только одну его сторону—стремленіе поучать въ возможно легкой и забавной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

Для того, чтобы понять жизнь растенія, какъ уже сказано, необходимо прежде ознакомиться съ его формой; для того что бы 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 приемовъ 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 каждомъ свободномъ клочкѣ земли выглянутъ зеленые ростки, на каждомъ деревѣ или кустарникѣ разбухнутъ, лопнутъ, сбросятъ 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, напримѣръ, или бобовъ. Если мы его вымочимъ въ водѣ, то оно набухнетъ и отъ

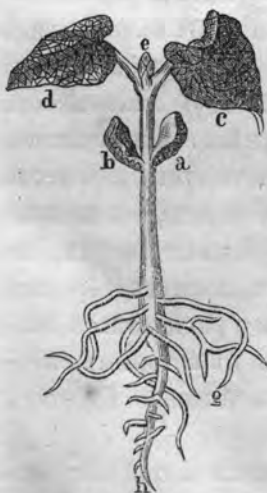
него отдѣлится кожура. Подъ кожурой мы встрѣчаемъ двѣ мясистыя или, скорѣе, жестко-хрящеватыя половинки. Въ промежуткѣ между этими двумя половинками защемлено небольшое тѣльце, служащее какъ бы уздечкой или перемычкой между ними; въ этомъ тѣльцѣ мы безъ труда, простымъ глазомъ, а еще легче при помощи лупы, узнаемъ небольшое зачаточное растеньице, молодой ростокъ, состоящій изъ стебелька съ листьями и корешка (Фиг. 1.). Этотъ ростокъ связываетъ обѣ доли



Фиг. 1.

сѣмени (такъ и называемыя *сѣменодолями*). Эти доли, несмотря на то, что онѣ гораздо болѣе самаго ростка, ни что иное какъ два его боковые придатка. Но что же за органы эти сѣменодоли? Ботаники говорятъ, что это листья. Эти безцвѣтныя, не зеленыя, округлыя, мясистыя, остающіяся подъ

землей тѣла они называютъ листьями и какъ мы тотчасъ увидимъ, не безъ основанія. Стоитъ 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.



Фиг. 2.

2 а, б.); у клена, у ясеня форма сѣменодоли еще ближе приближается къ обыкновенному листу, и, наконецъ, у липы это будутъ настоящіе тонкіе зеленые листочки съ зубчатымъ краемъ и жилками. И такъ, сѣменодоли гороха, несмотря на то, что онѣ ни цвѣтомъ, ни видомъ не напоминаютъ листья и живутъ въ землѣ, мы должны признать за листья. За этими первыми, обыкновенно не похожими 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 растеньице ясеня. Всякому знакома форма

листьевъ ясеня: на общемъ черешкѣ расположено нѣсколько паръ

листочковъ и наконцѣ 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 язычкообразными и нѣсколько мясистыми сѣменодолями слѣдуютъ два листа съ зубчатымъ краемъ и ясными жилками, но листья простые, а не сложные. Поднимаясь 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.



Фиг. 3.

Невольно выносишь впечатлѣніе, что одинъ изъ этихъ органовъ образовался изъ другаго, и вотъ тѣ промежуточные ступени, чрезъ которыя онъ долженъ былъ пройти.

Обратимся теперь къ почкѣ дерева, на примѣръ клена или конского каштана, или кустарника, на примѣръ смородины. Снаружи мы встрѣчаемъ своеобразные органы: чешуйки темно-бурыя, сухощавыя, кожистыя, иногда липкія, смолистыя; но если мы растреплемъ почку или дадимъ ей распусться и затѣмъ, обрывая одну за другой ея части, расположимъ ихъ въ рядъ, то замѣтимъ слѣдующее: снаружи лежитъ нѣсколько настоящихъ чешуекъ, окрашенныхъ въ темный цвѣтъ, короткихъ, тупыхъ, почти округлой формы. (Фиг. 4). Затѣмъ эта форма будетъ все болѣе и болѣе удлинняться 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

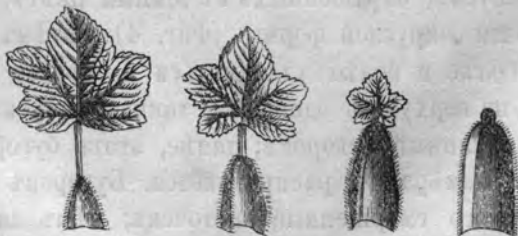
листа, которую мы называемъ *пластиной*, а расширенная часть



Фиг. 4.

первыхъ чешуекъ, сѣуживаясь и вытягиваясь въ длину, принимаетъ настоящую стебельчатую форму листового черешка. (Фиг. 4 и 5). Мы встрѣчаемъ, слѣдовательно, то же явление, которое видѣли у молодаго растенія ясеня; какъ тамъ сѣменодоль, такъ здѣсь чешуйка, рядомъ нечувствительныхъ, промежуточныхъ формъ переходитъ въ листъ. И вновь закрадывается сомнѣнiе, — да не одинъ ли это и тотъ же органъ, только видоизмѣнившiйся сообразно своему спеціальному назначенiю?

Начавъ съ сѣмени или съ почки, мы добрались до настоящаго листа, такого, изъ какихъ состоитъ вся зеленая листва растений. Произведя такой листъ, растенiе 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 растенiе; достигнувъ извѣстнаго возраста, оно производитъ и другiе органы — цвѣты и плоды. Обыкновенно этотъ переходъ отъ листьевъ къ совершенно отлич-



Фиг. 5.

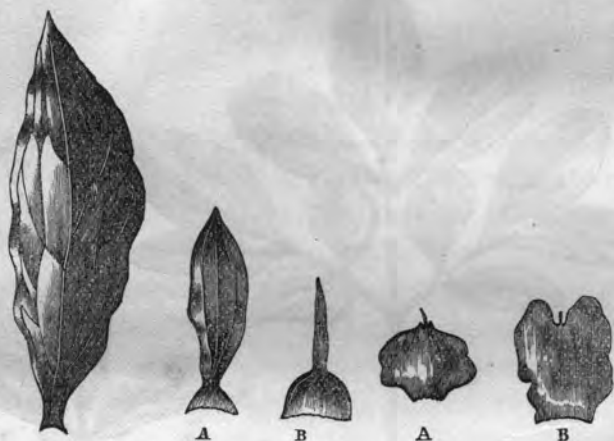
нымъ отъ нихъ по виду органамъ цвѣтка совершается внезапно, но существуютъ нерѣдкіе случаи, гдѣ появленіе цвѣтка заранѣе предчувствуется по тѣмъ измѣненіямъ, которыя обнаруживаются въ верхнихъ листьяхъ. Обратимся къ одному общеизвѣстному растенію—къ обыкновенному садовому піону. Всѣмъ знакомъ его листь. (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



Фиг. 6.

измѣняется и дѣлается, наконецъ, совсѣмъ неузнаваемою. Первоначально весь листь состоялъ изъ одиннадцати или девяти листочковъ, расположенныхъ потрое; здѣсь ихъ уже только три (фиг. 6 направо), а въ промежуткѣ между этими двумя листьями мы нашли бы и такіе, у которыхъ было бы семь и пять листочковъ. Наконецъ весь листь состоитъ изъ одного листочка. (Фиг. 7). 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 пластинка постоянно уменьшается,

уменьшается—вотъ она приняла форму небольшого зеленого язычка на верхушкѣ этой кожистой чешуйки (фиг. 7. 3); вотъ она уже появляется въ видѣ небольшого шильца или щетинки въ верхушечной выемкѣ чешуйки; вотъ она вовсе исчезла. Предъ нами осталась чешуйка, пленчатая, желтовато-зеленая, съ красноватымъ краемъ. Нашъ листъ превратился на нашихъ глазахъ; его пластинка исчезла, а изъ черешка образовался органъ, сходный и по происхожденію и по назначенію съ чешуйкой, рассмотрѣнною нами въ почкѣ каштана. Какъ тотъ,



Фиг. 7.

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 *чешелистикомъ*, а весь кругъ такихъ листочковъ—чашечкой. И такъ, чашелистикъ ни что иное, какъ измѣненный листъ. Во многихъ случаяхъ, это бросается само собою въ глаза, стоитъ вспомнить чашелистикъ розы, сохранившій и листовую пластинку, но у рѣдкаго растенія мы въ состояніи прослѣдить такой постепенный переходъ, какъ у піона. За чашелистикомъ въ цвѣтѣ 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—*отничикъ*. Кажется, здѣсь мы встрѣчаемъ рѣзкій ска-

чехъ; между лепесткомъ и чашелистикомъ розъ нѣтъ никакого сходства. Но оставимъ 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, напоминающей такую же выемку чашелистика (ф. 8); но у камеліи, напримѣръ, мы находимся въ полномъ недоумѣніи, гдѣ кончается чашелистикъ, гдѣ начинается лепестокъ—такъ постепенъ и нечувствителенъ переходъ отъ жесткаго зеленаго чашелистика къ нѣжному бѣлому или алому лепестку. Итакъ лепестокъ ничто иное какъ превратившійся чашелистикъ, который, въ свою очередь, есть видоизмѣненный листъ, слѣдовательно и лепестокъ ничто иное какъ листъ.



Фиг. 8.

Заглянемъ теперь во внутренность цвѣтка. Выберемъ для этого сначала какой-нибудь покрупнѣе, напримѣръ лилію. Изъ середины цвѣтка выставляется 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 *тычинками*; 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 подходящій 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 мы это сдѣлали съ почкой каштана, начиная съ крайнихъ, то-есть наружныхъ бѣлыхъ лепестковъ, и кончая лежащимъ ближе къ срединѣ цвѣтка органомъ съ желтыми пыльными мѣшечками и нѣсколько расширенною плоскою нитью, органомъ, въ которомъ мы узнаемъ тычинку. (Фиг. 9). Какъ видите, и здѣсь мы замѣчаемъ совершенно нечувстви-

484812

тельный 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 полоску, и вотъ, наконецъ, настоящая тычинка, пыльники которой разсѣдаются долевою щелью и высыпаютъ пыльцу. Лепестокъ перешелъ въ тычинку. Доказательствомъ возможности такого превращенія служить фактъ обрат-



Фиг. 8.

наго превращенія тычинки въ лепестокъ, которыми пользуются въ садоводствѣ. Такіе цвѣты съ тычинками, превратившимися въ лепестки, называются *махровыми*. Такъ, напримѣръ, обыкновенный піонъ имѣетъ пять лепестковъ и много тычинокъ; у махроваго же много ле-

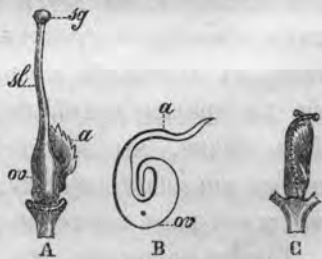
пестковъ и соотвѣтственно менѣе тычинокъ, и если присмотрѣться ближе, то убѣдимся, что внутренніе лепестки представляютъ переходъ къ тычинкамъ; на краю ярко-краснаго нѣсколько сморщенного листочка сидятъ болѣе или менѣе развитые желтые пыльники. Въ прототипѣ нашей розы, въ шиповникѣ, мы видимъ только пять лепестковъ и множество тычинокъ; въ розѣ часть этихъ тычинокъ превращена въ лепестки, потому ихъ гораздо болѣе пяти.

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 стебля, которая оканчивается этимъ цвѣткомъ. Этотъ органъ называется *пестикомъ* или *плодникомъ*. Пестикомъ потому, что иногда (какъ напримѣръ у вишни) (фиг. 10) онъ своею формой, со вздутымъ, округлымъ основаніемъ (*завязью*), вытянутою шейкой (*столбикомъ*) и закругленною верхушкой (*рыль-*

цемъ) напоминаетъ пестъ. Плодникомъ же называется онъ потому, что это—та часть цвѣтка, которая превращается въ плодъ. Такихъ плодниковъ въ цвѣтѣхъ бываетъ 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 недоумѣемъ встрѣчаемъ мы этотъ органъ; на этотъ разъ кажется нѣтъ и тѣни сродства съ листомъ, и вновь удачный выборъ примѣровъ убѣдить 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 напримѣръ въ махровыхъ цвѣтахъ той же вишни или черешни нерѣдко плодникъ изъ бутылчатого органа превращается въ настоящие листочки, одинъили два (Фиг. 11)*. Во многихъ случаяхъ нѣтъ даже надобности прибѣгать къ уродливымъ растеніямъ для того, чтобы усмотрѣть этотъ листовой характеръ плодника и происходящаго изъ него плода. Стоитъ, напримѣръ, взглянуть на плодъ бобовыхъ растеній, напримѣръ гороха (стручекъ, въ обыкновенной рѣчи, бобъ, по терминологіи ботаниковъ) или еще лучше на плодъ піона, чтобы убѣдиться, что это ничто иное какъ листъ, края котораго запахнулись и срослись продольнымъ швомъ, образуя полый внутри органъ. Въ другихъ случаяхъ, зрѣлый плодъ при растрескиваніи ясно обнаруживаетъ, что онъ, а слѣдовательно и плодникъ, изъ котораго онъ образовался, состоитъ изъ нѣ-



Фиг. 10.



Фиг. 11.

*) А. Пестикъ, отчасти превратившійся въ листъ. В. Тотъ же пестикъ въ поперечномъ разрѣзѣ. С. естикъ, превратившійся въ два листочка.

сколькихъ листочковъ, сросшихся своими краями. И такъ, плодникъ произошелъ изъ одного или нѣсколькихъ видоизмѣненныхъ листочковъ; ботаники такъ и называютъ ихъ *плодолистниками*. Но не во всѣхъ ненормальныхъ цвѣтахъ плодникъ превращается въ настоящіе листочки, какъ мы это видимъ у вишни. Въ другихъ случаяхъ онъ превращается въ органы, ближе къ нему стоящіе, въ тычинки и лепестки. Въ цвѣткѣ ихъ можно иногда прослѣдить переходъ между пестикомъ и тычинкой. Въ серединѣ махровыхъ піоновъ можно иногда найти ярко-красные лепестки, на краю которыхъ сидятъ бѣлыя, блестящія яички—это, очевидно, плодникъ, превратившійся въ лепестокъ, но сохранившій свои яички. Значить, пестикъ можетъ превращаться обратно во всѣ предшествовавшіе ему органы: тычинки, лепестки и настоящіе зеленые листочки; не указываетъ ли это прямо, что всѣ эти органы одинаковаго происхожденія?

Въ нашемъ анализѣ растенія, мы дошли до самаго верхушечнаго органа—плодника; далѣе идти уже некуда; остается только углубиться во внутрь 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 цвѣтахъ, въ которыхъ плодники превратились въ зеленые листочки, на краяхъ этихъ листочковъ, тамъ, гдѣ должны были сидѣть яички, мы замѣчаемъ маленькіе зеленые листочки или цѣлыя листовыя почечки. Значить, и яички, и ихъ части ни что иное какъ листочки или части листочковъ.

Такимъ образомъ мы приходимъ къ тому общему выводу, что всѣ части цвѣтка—только видоизмѣнившіеся листочки, весь цвѣтокъ — ничто иное какъ превратившаяся листовая почка. Справедливость этого воззрѣнія подкрѣпляется нерѣдкими случаями цвѣтовъ, изъ средины которыхъ выходитъ зеленая, покрытая листьями, вѣточка. Бывали даже случаи, что такія вѣточки выростали изъ полости завязи; ихъ даже отрѣзывали, сажали въ почву и онѣ принимались.

Но какая же будетъ дальнѣйшая судьба яичка, неуродливаго, 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 растений. Здѣсь, очевидно, оканчивается нашъ обзоръ виѣшнихъ частей растенія. Я развернулъ предъ вами полную картину виѣшнихъ 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 поэту-ученому Гёте. Разсматриваемая 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 нечувствительно переходитъ 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 кроме 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 пѣкоторыхъ, правда рѣдкихъ, случаяхъ повидимому 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, приспособленныя къ условіямъ существованія, видоизмѣненія одного органа—*оси* и придатокъ этой оси, листъ съ его многочисленными видоизмѣненіями, чешуйками, лепестками, ты-

чинками и пр., вотъ тѣ основныя виѣшніе органы, которые производятъ 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 разодвинуть 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 растеніице 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 Кунцово, и постараетесь вызвать въ своей памяти тѣ впечатлѣнія, которыя вы испытывали, опускаясь по тропинкѣ въ Кунцовскій 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 шагѣ, со дна оврага, или съ его обрывовъ, словно пучки зеленыхъ страусовыхъ перьевъ или воткнутыя въ землю маковки пальмъ, торчатъ узорчатые, раскидистые папортники, 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. Чѣмъ-то чуждымъ, необычнымъ каждый разъ пахнетъ отъ этой картины; невольно чувствуешь, что эта растительная обстановка совсѣмъ не та, которую оставилъ на верху оврага. И это безотчетное впечатлѣніе не

обманываетъ насъ; этотъ міръ папортниковъ и хвощей, дѣйствительно, совершенно своеобразный міръ или, вѣрнѣе, осколокъ растительнаго міра, покрывавшаго нашу планету въ давно минувшія геологическія эпохи. Эти папортники, хвощи и сродные съ ними и также очень обыкновенные въ нашихъ лѣсахъ плауны, то-есть тѣ стелющіяся, сухощавыя, моховидныя растенія съ приподнимающимися мѣстами желтоватыми колосками, 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 фантазій, можно было воспроизвести виды прежней растительности на землѣ, ландшафты, которыхъ не видалъ ни одинъ человѣческій глазъ. Лѣса той отдаленной эпохи заключали древовидные папортники, удѣлѣвшіе 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 вернуть насъ къ нашему вопросу. Я сказалъ, что плауны сродни папортникамъ и хвощамъ, и что теперь живущія формы всѣхъ этихъ растеній сродни ископаемымъ. Въ чемъ же заключается это сродство, и чѣмъ всѣ эти папортники, плауны и хвощи отличаются отъ остальныхъ листовенныхъ и хвойныхъ растеній?

Нѣкоторыя особенности въ жизни папортниковъ уже давно обратили на себя вниманіе даже людей неученыхъ; всѣмъ извѣстны поэтическія повѣрія о цвѣтеніи папортника въ ночь подъ Ивановъ день. Въ основѣ этого повѣрія лежитъ наблюденный фактъ, что папортникъ никогда не цвѣтетъ, что у него нѣтъ цвѣтовъ какъ у другихъ растеній. 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, которыя образуются изъ яичекъ въ цвѣткѣ. Чѣмъ же они размножаются? Если мы обратимъ вниманіе на изнанку листьевъ папортника, на черныя шишечки хвоща, на желтые колоски плауна, то замѣтимъ, что всѣ они ко времени зрѣлости представляютъ слѣдующее общее явленіе. Стоитъ 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 рядъ около тысячи пятисотъ. Каждая такая пылинка можетъ дать начало новому растенію. Вотъ такъ называемое плаунное сѣмя, то-есть тотъ желтый, нѣжный на ощупь порошокъ, 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 милліоны будущихъ растений. Эти микроскопическія тѣла ботаники называютъ *спорами*, а всѣ растенія, ими размножающіяся и лишеныя цвѣтовъ и сѣмянъ, — *споровыми*. Сюда относятся, кромѣ перечисленныхъ растений, еще *мхи*, *водоросли*, въ обыкновенной жизни называемые 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 папортникъ, обязано своимъ происхожденіемъ невидимой пылинкѣ-спорѣ. Что же такое эта спора? Не будетъ ли это искомое простѣйшее форменное начало растенія, которое 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 *клеточка*. Въ клеточкѣ 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 ко-

тораго 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 и иногда и не микроскопическія растенія сохраняютъ это одноклѣтное строеніе въ теченіе всей жизни, другіе 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 приѣмовъ. Присмотритесь напримѣръ 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, ломтикъ сыраго картофеля представляетъ намъ сплошное тѣло, въ которомъ при помощи микроскопа трудно усмотрѣть какое-нибудь строеніе, но присмотритесь къ разваренному, раз-

сыпчатому картофелю и вы ясно, невооруженнымъ глазомъ, увидите, что онъ состоитъ изъ отдѣльныхъ клѣточекъ. Кипящая вода или паръ, при варкѣ, уничтожили связь между клѣточками, 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 (*Plytelephas mastosagra*) до того твердое, что оно по внѣшнему виду совершенно напоминаетъ слоновую кость, такъ что токарѣ употребляютъ его на разныя подѣлки вмѣсто послѣдней. Для разрушенія связи между клѣточками подобныхъ плотныхъ тѣлъ необходимо уже прибѣгать къ дѣйствию нѣкоторыхъ химическихъ веществъ.

Для того, чтобы убѣдиться, что растительное вещество состоитъ, изъ клѣточекъ, нѣтъ даже надобности ихъ разъединять; вырѣзая бритвой очень тонкіе и совершенно прозрачные 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 начать 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 отправления. Очевидно, что значеніе корня, зарывающагося въ землю, не то же, что зеленаго

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 яичка, 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 они сложились, 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 этимъ формамъ, налѣпить на каждую соотвѣтствующій ярлыкъ и поставить на соотвѣтствующее мѣсто въ коллекціи. Для представителей второй, вся органическая природа, рассматриваемая какъ цѣлое, измѣняется, превращается; органический міръ сегодня не таковъ, какимъ былъ вчера, и завтра будетъ инымъ, чѣмъ былъ сегодня. Существа, теперь

населяющія землю, произошли отъ прежде ее населявшихъ, путемъ постепеннаго измѣненія и притомъ болѣе совершенныя отъ менѣе совершенныхъ. Эта школа имѣетъ теперь во главѣ Дарвина, который свелъ въ одно стройное цѣлое накопившуюся массу свидѣтельствъ и далъ строго-опредѣленное направленіе ея 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 соответствующіе 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 допустимъ, 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 необходимаго 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 каждый къ своему отправленію. А эти промежуточныя, переходныя формы ничто иное какъ уцѣлѣвшія формальныя улики этого перехода. Это—памятники, на основаніи которыхъ мы создаемъ исторію растительнаго міра, потому-то они и драгоцѣнны 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 законченъ.

Такимъ образомъ, взорамъ фізіолога представляется все болѣе и болѣе расширяющійся горизонтъ. Изучивъ жизнь отдѣль-

ныхъ органовъ и прежде всего элементарнаго органа, изъ котораго слагаются всѣ остальные, то-есть клѣтки, изучивъ общую картину взаимодѣйствія 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 обширный 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 наше анализѣ. Мы разложили растенія на органы, органы на клѣтки, но до сихъ поръ мы видѣли только внѣшній остовъ этой клѣтки. Намъ необходимо заглянуть въ ея внутренность, въ ту микроскопическую лабораторію, гдѣ вырабатываются всѣ безчисленныя 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 .

Самая 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 накопленіи клѣточекъ; изъ одной клѣточки образуются двѣ, три, миллиарды 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—выростаетъ дубъ, бросаемъ невидимую пылинку, спору—выростаетъ древесный папоротникъ. Раждаетъ 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 неистощаемости 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 растенія. Опытъ этотъ замѣчателенъ не только какъ первый точный опытъ въ области физиологіи растений, 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 унца. Сосудъ поливался, когда оказывалось нужнымъ, всегда дождевою или перегнанною водою. Сосудъ былъ широкъ и зарытъ въ землю; 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 унцовъ. Значитъ одной воды было достаточно, чтобы образовать сто шестьдесятъ четыре фунта древесины, коры и корней“ (*Ortus medicinae* p. 68). 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 участвуетъ 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 развитіемъ 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 создается, 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 другаго простаго 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. 39). Нагрѣвая еще сильнѣе, мы замѣтимъ, что сухое растительное вещество начнетъ бурѣть, чернѣть, обугливаться, наконецъ, начнетъ тлѣть или горѣть пламенемъ, и въ результатѣ получится небольшая, въ сравненіи со взятымъ веществомъ, кучка совершенно бѣлой золы. Бѣлая часть вещества, слѣдовательно, сгорѣла и улетучилась. Производя это сжиганіе съ извѣстными предосторожностями, улавливая улетучивающіеся 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 менѣе 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 живаго организма. Не всѣ означенныя вещества содержатъ всѣ четыре элемента; нѣкоторые 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 менѣе, 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 сухаго 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, чтобы образовать извѣстное количество растительнаго вещества. Если отъ горючей, органической части растенія мы перейдемъ къ золѣ, то увидимъ, что въ ея составъ входитъ болѣе значительное чис-

ло 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:

Углеродъ
Водородъ
Кислородъ
Азотъ

Сѣра
Фосфоръ
Хлоръ
Кремній

З о л ы:

Калій
Магній
Кальцій
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 не способны 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 малые количества соединений азота съ кислородомъ и съ 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 рас-

теніемъ. 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, напримѣръ, 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*. Тычинки этого цвѣтка отличаются мохнатыми, фіолетовыми же нитями. Эта мохнатость зависитъ отъ множества волосковъ, а каждый волосокъ состоитъ 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. 12.)



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 массой, такъ-называемою *протоплазмой*, съ погруженнымъ въ нее округлымъ тѣломъ, *ядромъ*, о которомъ рѣчь впереди. Позднѣе, въ этой полулунной протоплазмѣ появляются какъ бы глазки или пазухи, наполненные жидкостью и напоминающія, напримѣръ, подобныя пазухи 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 послѣд-

няго; содержаніе протоплазмы, относительно, уменьшается, а сока — увеличивается. Наконецъ, почти вся полость клѣточки оказывается наполненною водянистою жидкостью, а протоплазма сохраняется только въ видѣ слоя, устилающаго со-
внутри стѣнку клѣточки, или перекидывается сѣтчатыми струй-

ками со стѣнки къ стѣнкѣ. У *традесканции* 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 не рѣдко замѣчаемъ и другаго рода вещества: маленькія блестящія капли съ жирнымъ блескомъ или округлыя безцвѣтныя крупинки, со свойствомъ которыхъ мы ближе ознакомимся въ послѣдствіи. 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 содержащая соковъ, часть дерева. Такимъ образомъ, въ живой, дѣятельной клѣточкѣ 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 въ 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, напримѣръ хлѣбныя зерна. Возьмемъ ихъ въ измельченномъ видѣ, въ видѣ муки. Какъ мы сейчасъ убѣдимся, мука представитъ намъ смѣсь разнородныхъ тѣлъ. Для того, чтобы раз-

дѣлать 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 будетъ 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, всеѣмъ знакомое, вещество, которое употребляется при мытьѣ бѣлья и подъ названіемъ картофельной муки, почти въ чистомъ видѣ, идетъ на кисели и т. п. Такимъ образомъ, одною промывкою мы разложимъ муку на двѣ составныя части: *клейковину* и *крахмалъ*. Еслибы мы еще прежде настояли муку въ эфирѣ, слили этотъ эфиръ 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 *жира*. Описанные приемы 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 пр. Полученныя три тѣла: крахмалъ, клейковина и жиръ могутъ въ то же время служить представителями трехъ наиболѣе важныхъ и распространенныхъ группъ растительныхъ веществъ.

Группы эти—такъ-называемые *углеводы*, *бѣлковыя вещества* и *масла*; остальные вещества встрѣчаются 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 наиболѣе различныхъ растительныхъ продуктовъ; анализы эти

вполнѣ подкрѣпляютъ только-что высказанное положеніе, что главная масса растенія состоитъ изъ перечисленныхъ трехъ группъ веществъ *).

Во 100 частяхъ:	Клевера (растенія)	Пшеницы (муки)	Лупина (сѣмень)	Льна (сѣмень)
Углеводовъ.....	16,6	74,8	47,5	62,2
Бѣлковыхъ 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 элементы водородъ и кислородъ встрѣчаются въ нихъ въ томъ же отношеніи, въ какомъ они находятся въ водѣ, а такъ какъ эти вещества содержатъ еще углеродъ, то они 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 во всѣхъ сладкихъ плодахъ, но особенно ясно появляющійся въ старомъ изюмѣ; камеди, примѣромъ которыхъ можетъ служить вишневый клей, вытекающій изъ стеблей вишневаго дерева, крахмалъ и наконецъ клѣтчатка, то-есть то вещество, которое образуетъ твердый остовъ растенія и которое мы употребляемъ въ нашихъ бумажныхъ и льняныхъ тканяхъ и въ бумагѣ. Группу углеводовъ иногда называютъ сахарнистыми веществами, потому что нѣкоторые изъ ея представителей, какъ мы видѣли, дѣйствительно, настоящіе сахара, другіе же легко могутъ быть превращены въ сахаръ. Такъ, напримѣръ, дѣйствуя на крахмалъ слабою сѣрною кислотой, приготавливаютъ картофельную патоку, дѣйствуя тою же кислотой на клѣтчатку, ее также можно превратить въ сахаръ;

*) 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, бѣлковыхъ веществъ, масла и золы. Тамъ же можно видѣть стеклянныя модели, поясняющія элементарный анализъ растительнаго вещества, приведенный на стр. 31.

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; камеди, какъ, напри- мѣръ, вишневый клей, растворяются въ водѣ, образуя густую тягучую жидкость, но неспособны кристаллизоваться; крахмалъ не растворяется въ холодной водѣ, а въ горячей сильно раз- бухаетъ, образуя клейстеръ; наконецъ, клѣтчатка не раство- ряется и не разбухаетъ ни въ холодной, ни въ горячей водѣ.

Посмотримъ теперѣ, 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. Такое же средство для обнаруженія присутствія крахмала имѣемъ въ растворѣ іода. Я беру большой стаканъ воды, прибавляю въ него нѣсколько капель крахмального клейстера и размѣ- шиваю. Въ этой водѣ, такимъ образомъ, находятся малѣйшіе слѣды крахмала. Прибавляю въ нее нѣсколько капель желтаго раствора іода и вся жидкость въ стаканѣ мгновенно окраши- вается въ лазуревый цвѣтъ. Точно также, если я, напри- мѣръ, смочу каплей іоднаго раствора кусокъ тѣста или бѣлаго хлѣба,

то на нихъ появляется темно-синее, почти черное пятно, потому что и въ томъ и въ 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 самыя распространенныя углеводы: виноградный сахаръ, крахмалъ и клѣтчатку.

Переходимъ къ другой группѣ, *бѣлковымъ* веществамъ. *Бѣлковыми* они называются потому, что типомъ, представителемъ ихъ, можетъ служить куриный бѣлокъ. Эти бѣлковые вещества встрѣчаются или растворенными, какъ, на примѣръ, въ сокѣ, выжатомъ изъ капусты, или нерастворимыми, какъ, на примѣръ, клейковина, которую мы только-что получили изъ пшеничнаго зерна. Но стоить намъ только нагрѣть капустный сокъ и въ немъ появятся бѣлые 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 самомъ надежномъ, то на самомъ наглядномъ. Имѣя въ стаканѣ немного куриного бѣлка, разведеннаго водой, я прибавляю туда обыкновеннаго сахарнаго сиропа и крѣпкой сѣрной кислоты,—образуется осадокъ, который вновь растворяется и вся жидкость окрашивается 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 наглядныхъ реактивовъ, которые вызывали бы характеристическое окрашиваніе, но за то, какъ мы видѣли, стоить только вещество, въ которомъ предполагаемъ присут-

ствіе масла или жира, обработать эфиромъ; эфиръ извлечь, растворить ихъ и затѣмъ, оставляя этотъ растворъ постоять на воздухѣ, испаряя эфиръ, мы получаемъ масло или жиръ съ ихъ характерными свойствами.

Все описанныя реакціи мы можемъ теперь примѣнить подъ микроскопомъ непосредственно надъ клѣточкой. Попробуемъ прибавить въ водѣ, въ которой мы рассматриваемъ 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 безцвѣтныя 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, эфира 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. 39) показываетъ, что преобладающія вещества въ растеніи — углеводы; микроскопъ подтверждаетъ, что эти углеводы образуютъ оболочку клѣточекъ, что они являются въ формѣ крупинокъ крахмала или растворены въ сокѣ клѣточекъ въ видѣ сахара. Анализъ показываетъ, что второе по количеству мѣсто принадлежитъ бѣлковымъ веществамъ и что притомъ молодыя части растенія относительно богаче азотистыми веществами, чѣмъ части старыя; 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.

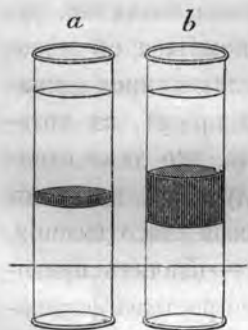
Мы познакомились съ главнѣйшими веществами, которыя заключаетъ въ себѣ растительная клѣточка. Мы уже ранѣе пришли къ заключенію, что всѣ эти вещества она должна вырабатывать изъ веществъ, газовъ, солей и пр., которыя ее окружаютъ. Другими словами, она должна питаться, принимать пищу извнѣ. Каждая клѣточка 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, чтобъ 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 въ 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, *объяснять* — значитъ приводить 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 въ особенности въ газообразномъ состояніи вещества. Частицы газообразнаго вещества одарены быстрымъ движеніемъ, онѣ стремятся въ разбродъ, стремятся разсѣяться въ пространствѣ, занять всѣ мѣста еще ими не занятыя, 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. Стоитъ мнѣ плеснуть на воздухъ небольшое количество эфира и тотчасъ же въ бли-

жайшемъ сосѣдствѣ, а потомъ и въ отдаленнѣйшихъ углахъ залы будетъ ощутителенъ всѣмъ знакомый запахъ гофманскихъ капель. Эфиръ превратился въ паръ и этотъ паръ разсѣялся во всей залѣ. Не трудно также обнаружить и диффузію жидкостей; стоитъ 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 отдѣленныхъ 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. 13). 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, но 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 жид-



Фиг. 13.

кость 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 дѣйствию тяжести, легчайшія частицы опускаются внизъ, а тяжелѣйшія поднимаются наверхъ. Различныя вещества обладаютъ этою способностью къ разсѣянію, къ диффузіи, въ весьма различной степени, другими словами, частицы различныхъ веществъ движутся съ различною быстротой. Это всего легче можно показать на газахъ. Этотъ сосудъ (фиг. 14) изъ слабо обожженной и очень пористой глины (а) въ нижней своей

части соединенъ со стеклянною трубкой (*b*), погруженной нижнимъ концомъ въ подкрашенную красною краской воду. 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 другаго 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 быстротою, то въ приборѣ произойдетъ временное измѣненіе объема, увеличеніе или уменьшеніе, смотря по тому, который изъ газовъ движется быстрее. Однимъ словомъ, здѣсь произойдетъ то же самое, что, чрезъ нѣсколько минутъ, произойдетъ въ



Фиг. 14.

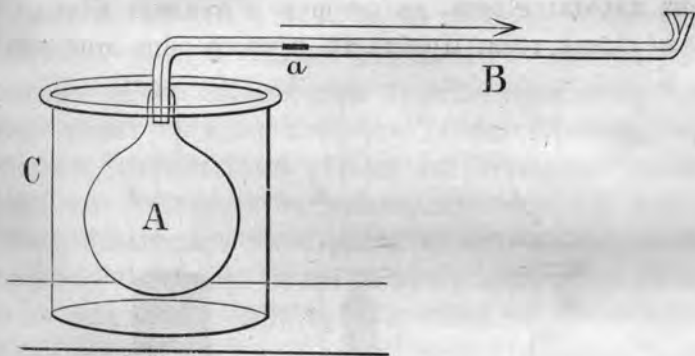
дверяхъ этой залы. Положимъ, что въ настоящую минуту въ залѣ находится триста лицъ; положимъ, что изъ нихъ сто, соскучившись слишкомъ затянувшееся лекціей, съ нетерпѣніемъ ждутъ ея конца, чтобы поспѣшнѣе выйти, а тамъ, за дверями, стоятъ сто другихъ лицъ, желающихъ проникнуть въ залу для слѣдующей лекціи. 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 также и здѣсь, если я окружу этотъ пористый сосудъ газомъ, частицы котораго будутъ быстрѣ 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 удержать нѣкоторое время въ сосудѣ, обращенномъ отверстіемъ внизъ. Я надвигаю этотъ колоколь (С) на пористый сосудъ. Внутри сосуда—обыкновенный воздухъ, снаружи, подъ колоколомъ, водородъ; если частицы водорода одарены болѣе быстрымъ движеніемъ, чѣмъ частицы воздуха, внутренній 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, внутри сосуда теперь находится водородъ, снаружи—воздухъ; водородъ стремится наружу, воздухъ—внутрь, но частицы водорода движутся быстрѣ частицъ воздуха, въ приборѣ происходитъ уменьшеніе объема и вы видите, какъ быстро подымается въ трубкѣ столбъ красной жидкости.

Итакъ, газы еще болѣе чѣмъ жидкости способны къ диффузіи, 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 также всякое газообразное тѣло, а равно и тѣла, растворенныя въ жидкостяхъ, спѣшатъ занять все доступное имъ пространство, распредѣляясь въ немъ равномерно.

Посмотримъ, какое же отношеніе эти явленія диффузіи газовъ и жидкостей имѣютъ къ поднятому нами вопросу о питаніи клѣточки. Вотъ приборъ, который представляетъ намъ довольно близкое подобіе клѣточки (фиг. 15). Это тончайшій прозрачный, какъ стекло, и смоченный водою пузырь изъ вещества, очень сходнаго съ клѣтчаткой, или, вѣрнѣе, изъ самой

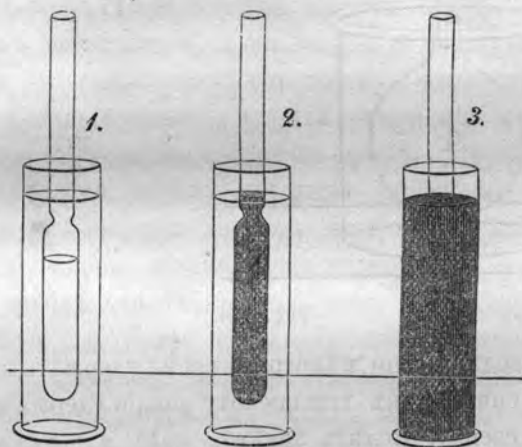
клетчатки, нѣсколько химически измѣненной. Вещество это не что иное, какъ *коллодіумъ* фотографовъ. Пузырь (А) соединенъ съ горизонтальною стеклянною трубкой (В), въ которой находится капля окрашенной жидкости (а); по движенію капли къ пузырю или отъ пузыря мы можемъ судить о томъ, уменьшается ли или 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 также, какъ



Фиг. 15.

легкій водородъ можно нѣкоторое время удержать въ колоколѣ, открытомъ снизу, такъ углекислоту можно удержать въ сосудѣ, открытомъ сверху. Вслѣдъ затѣмъ, какъ я впустилъ углекислоту въ стеклянку, окружающую пузырь, капелька окрашенной жидкости дрогнула и побѣжала по направленію, указанному стрѣлкой, обнаруживая тѣмъ, что углекислота начала проникать чрезъ влажную стѣнку пузыря нашей искусственной клетки, и притомъ быстрѣе чѣмъ воздухъ выходитъ изъ нея. Значить, растительной клеточкѣ 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 раститель-

ныя клѣточки къ веществамъ, раствореннымъ въ почвенной водѣ. Возьмемъ нѣсколько приборовъ, состоящихъ изъ продолговатыхъ мѣшковъ изъ того же коллодіума, приклеенныхъ къ оконечности ламповыхъ стеколъ (фиг. 16). 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 характеристическія реакціи, по которымъ легко усмотрѣть въ растворѣ ничтожныя ихъ слѣды. Вотъ, напримѣръ, въ этомъ стаканѣ у меня находится вода, въ которую я прилилъ нѣсколько капель желѣзной соли. Прибавляю немного вотъ этой жидкости



Фиг. 16.

(раствора *танина*), и безцвѣтный, какъ вода, растворъ дѣлается чернымъ, 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 танина; чрезъ минуту, внутри его, около стѣнокъ, показывается сѣроватый оттѣнокъ, а чрезъ 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 таниномъ, 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 танина, то равновѣсіе никогда не будетъ достигнуто и желѣзная соль будетъ устремляться непрерывнымъ токомъ въ нашу клѣточку. Такимъ образомъ, стоитъ только взять коллодіальный мѣшокъ съ растворомъ танина и погрузить его въ сосудъ съ растворомъ желѣзной соли для того чтобъ извлечь изъ этого раствора всю соль, перевести ее во внутренность мѣшка. Оставимъ этотъ приборъ на нѣскольکو 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 равновѣсіе никогда не наступитъ если только вещество попавшее въ клѣточку измѣнить 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 не достаётъ 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; снаружи она безцвѣтна какъ вода. Этого очевидно не могло бы случиться, еслибы танинъ, или его соединенія съ желѣзною солью, чернила, могли выступать изъ клѣточки. Для провѣрки сдѣлаемъ опытъ въ обратномъ порядкѣ; прильемъ желѣзной соли въ клѣточку, а танина въ наружный сосудъ: чрезъ нѣсколько мгновеній замѣтимъ въ наружномъ сосудѣ черныя струйки, наконецъ вся жидкость въ немъ становится черною, такъ что коллодіальный мѣшокъ болѣе не виденъ (3 фиг. 16). Вынимаемъ его изъ сосуда—растворъ въ немъ такъ же безцвѣтенъ какъ былъ. Не подлежитъ сомнѣнію что только желѣзная соль свободно проходитъ чрезъ перепонку и все равно въ какомъ направленіи, но ни танинъ, ни его соединеніе съ желѣзомъ не могутъ проходить черезъ нее. Очевидно существуютъ двоякаго рода тѣла: одни способны проникать чрезъ оболочку клѣточекъ, другія не способны и желѣзная соль служить примѣромъ перваго случая, а танинъ 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 неспособны кристаллизоваться.

Мы получаемъ, такимъ образомъ, одновременно объясненіе

нашего опыта и общій ключъ для пониманія явленій, совершающихся при питаніи растительной клѣточки. Желѣзная соль идетъ къ танину, а не наоборотъ, потому что она кристаллоидъ, а танинъ 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>Ихъ 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, на-примѣръ, углекислота воздуха постоянно устремляется въ каждую клѣточку, съ которой приходитъ въ прикосновеніе. Но если бы эта углекислота такъ и оставалась въ ней углекислотою, то ея поступило бы очень немного; на дѣлѣ же какъ мы увидимъ позже, попавъ въ клѣточку, она превра-щается, изъ нея и изъ воды образуется углеводъ, а это пре-вращеніе вызываетъ поступленіе новыхъ и новыхъ количествъ углекислоты. Слѣдовательно, двѣ фазы питанія: принятіе пи-тательныхъ 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 усвояться. Сверхъ того, такъ какъ при этомъ усвоеніи вещество переходитъ въ трудно-подвижную или вовсе неподвижную форму, то оно не разсѣивается обратно въ пространствѣ, а слагается въ клѣточкѣ.

Разсматривая питаніе растенія съ подобной, общей, физической точки зрѣнія, мы получаемъ совершенно иное о немъ представленіе, не похожее 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 назадъ. 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 насчетъ веществъ, находящихся въ почвѣ, будемъ ли мы говорить о воздушномъ питаніи листьевъ насчетъ атмосферы, или о питаніи одного органа насчетъ другаго, 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 клѣточки 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 неживой природы.

III.

С ъ м я.

Начнемъ нашъ обзоръ жизненныхъ отправленій растенія съ той поры, когда начинается обнаруживаться дѣятельность сѣмени, пролежавшаго всю зиму подъ защитой снѣговаго покрова или весной 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 вызывало 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 пробужденіи дѣятельности въ тѣлѣ, до тѣхъ поръ, повидимому, не отличавшемся отъ тѣлъ 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, тотъ толчекъ, который вызываетъ эту дѣятельность.

Извнѣ, дѣятельность сѣмени проявляется его разбуханіемъ, разрываніемъ кожурѣ и появленіемъ сначала корешка, а затѣмъ перышка, то-есть стебелька съ первыми листьями. Эти органы развиваются, увеличиваясь съ каждымъ днемъ въ размѣрахъ. Развитіе это, очевидно, должно происходить насчетъ какого-нибудь вещества, служащаго пищей растущимъ частямъ.

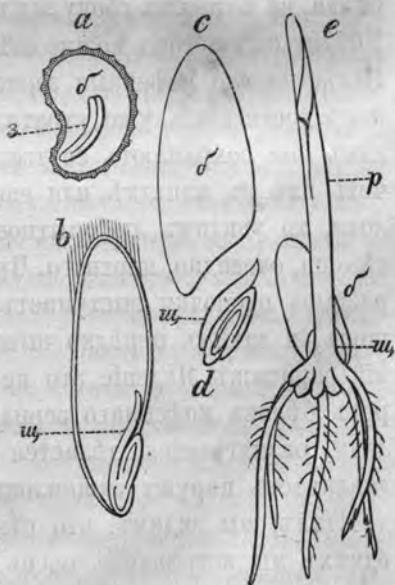
И, однако, несмотря на это быстрое развитие, именно въ періодъ проростанія, растеніе почти не зависитъ отъ почвы; Обыкновенно проростаніе совершается въ землѣ; но вотъ цѣлая щетка зеленого кресса, проросшаго на войлокѣ; а вотъ сѣмена майса и бобовъ, проросшія на легкой газовой сѣткѣ и, слѣдовательно, со всѣхъ сторонъ окруженныя воздухомъ, и лишь концами корней погруженныя въ перегнанную воду.

Если мы присмотримся поближе къ проростающимъ сѣменамъ, какъ на примѣръ, бобамъ или фасоли, то замѣтимъ, что, по мѣрѣ того какъ вытягивается корень и стебель съ молодыми листьями, первая пара листьевъ, то-есть сѣменодоли, начинаютъ сморщиваться, всасываться, видимо уменьшаться въ объемѣ (фиг. 6 а). Это



Фиг. 16.

наблюденіе уже можетъ послужить намекомъ на то, что развитие однѣхъ частей ростка можетъ происходить насчетъ другихъ. Другія сѣмена, какъ, на примѣръ, 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. 17, b). Внизу и нѣсколько сбоку помѣщается тѣлце которое, какъ легко можно убѣдиться на проростающихъ зернахъ, ничто иное какъ зародышъ, то-есть зачаточное растеніице. (См. фиг. 17 b, d, e.)



Фиг. 17.

Въ немъ можно замѣтить и листовую почечку и зачатки корешковъ. Остальная и большая часть сѣмени занята бѣлою, со-

вершенно однообразною, мучнистою на видъ массою, такъ называемымъ *бѣлкомъ*. (Фиг. 17, с, б). Та часть зародыша, которая [плотно прилегаетъ къ бѣлку, называется] щиткомъ (Щ. Фиг. 17, 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, имѣетъ совершенно иной смыслъ, чѣмъ на языкѣ химиковъ; тамъ бѣлкомъ или бѣлковымъ веществомъ мы называемъ известное вещество; здѣсь известный органъ, часть 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. 17 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. Известно, что кофейныя зерна въ томъ видѣ, въ какомъ они до насъ достигаютъ, уже утратили способность проростать, 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 проростанія сѣмени, очевидно, мертваго. Черезъ часъ или даже полчаса изъ разрыва оболочки выступаетъ маленькій, снѣжно-бѣлый корешокъ, и затѣмъ нерѣдко выталкивается наружу и весь маленький 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 щели его 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 проростанія 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 молодаго 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 проростанія? Отвѣтъ на этотъ вопросъ будетъ вполнѣ 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 измельченныхъ 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 извѣстной 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 условіемъ 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 глубоко 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. Не сухое сѣмя теряетъ свою главную способность таить въ себѣ

*) См. таблицу на стр. 39.

жизнь, будучи въ состояніи какого-то оцѣпенѣнія, и въ такомъ видѣ переживать зиму, цѣлые годы и 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 покая сѣмени заключается, слѣдовательно, въ отсутствіи воды. Доставимъ 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 ученый Гельзъ уже въ началѣ прошлаго столѣтія обращалъ вниманіе на это обстоятельство; онъ—наполнялъ небольшой чугунокъ до верху 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 равномѣрно распредѣленнаго по всей внутренней поверхности давленія кости черепа раздвигаются по швамъ. Такого механическаго дѣйствія воды на сѣмена; она помогаетъ имъ сбросить ненужную оболочку и преодолѣть сопротивленіе окружающихъ частицъ почвы. Но еще важнѣе ея химическое дѣйствіе; безъ нея не можетъ произойти растворенія, а слѣдовательно, и перемѣщенія запасовъ питательныхъ веществъ. Однако для этого не достаточно и 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, на примѣръ, 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, такое превращеніе и 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 нашъ обманывается; въ такомъ случаѣ, мы можемъ обратиться къ средству, указанному въ предшествовавшемъ чтеніи; мы видѣли что синяя жидкость (реактивъ Фелинга) съ глюкозой даетъ яркочерный 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 приемъ химическихъ реакцій убѣждаютъ насъ, что въ проросшемъ зернѣ появляется сахаръ, глюкоза. Но справедливо ли, что этотъ сахаръ образованъ изъ крахмала? Отвѣтъ на это даетъ количественный анализъ и микроскопическое наблюденіе. Первый показываетъ, что по мѣрѣ проростанія сѣмени, количество крахмала въ немъ уменьшается; второе обнаруживаетъ измѣненіе крахмальныхъ зеренъ; они теряютъ свою характеристическую форму, дѣлаются какъ бы обглоданными, иногда распадаются въ куски, какъ бы таютъ, однимъ словомъ, исчезаютъ, растворяются.

Постараемся теперь объяснить почему, такимъ образомъ, происходитъ это превращеніе крахмала въ сахаръ. Искусственно мы его можемъ вызвать, дѣйствуя сѣрною кислотой, какъ при полученіи картофельной патоки; но въ сѣмени не откуда взяться свободной сѣрной кислотѣ. За то въ сѣмени злаковъ въ періодъ проростанія, 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, напримеръ, горькій миндаль самъ по себѣ почти не имѣетъ характеристическаго миндальнаго запаха и вкуса; они появляются въ немъ вслѣдствіе дѣйствія фермента, который начинаетъ дѣй-

ствовать, 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 (солъ такъ называемой *мироновой* кислоты) и выдѣляетъ изъ него острое летучее *горчичное* масло. Въ существованіи этого явленія можно убѣдиться весьма любопытнымъ опытомъ. 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 *діастаза*, который легко получить изъ настоя солода, то-есть 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 насчетъ 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 другихъ выдѣленіяхъ пищевапріемнаго канала находятся ферменты, подобно *діастазу*, 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, на примѣръ, зерна кофе, косточки финика. Это свойство бѣлка зависитъ

отъ очень толстыхъ стѣнокъ изъ клѣтчатки. Во время проростанія клѣтчатка эта растворяется и служитъ для питанія зародыша.

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 растворимые бѣлки, какъ, на примѣръ, бѣлокъ куриныхъ яицъ или растительный бѣлокъ, неподвижны, потому что онъ — *коллоидъ*, то-есть вещество, не проходящее чрезъ перепонки. Для того, чтобы сдѣлаться подвижнымъ, быть въ состояніи проникать изъ клѣточки въ клѣточку, и такимъ образомъ служить для питанія растений, 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 проростающемъ сѣмени. Въ желудочномъ сокѣ существуетъ ферментъ — *пепсинъ*, обладающій способностью, при содѣйствіи нѣсколькихъ капель кислоты, переводить въ растворимое состояніе нерастворимые бѣлки, какъ, на примѣръ, 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 чрезъ животныя и растительныя перепонки. Въ растительномъ мірѣ долгое время не было извѣстно ничего подобнаго, и потому передвиженіе бѣлковыхъ веществъ оставалось непонятнымъ, но въ послѣдніе годы, почти одновременно съ совершенно различныхъ сторонъ, появились факты, доказывающіе существованіе подобныхъ превращеній бѣлковаго 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 себѣ въ пищу, но фактъ этотъ не былъ оцененъ 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 растений и познакомилъ ботаниковъ съ любопытными подробностями ихъ отпавленій. 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 въ нашихъ болотахъ. Слизь, выдѣляемая волосками, которыми усѣяны листья этого растенія и которыя 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 имъ при искусственныхъ опытахъ, растворяются и поглощаются растеніемъ. Эти опыты, доказывающіе возможность питанія на счетъ нерастворимыхъ бѣлковыхъ веществъ, побудили ученыхъ искать и въ проростающихъ сѣменахъ ферменты, подобные пепсину. Открытіе ихъ не замедлило, и подобные ферменты 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 Papeaya*) и дѣйствующій совершенно подобно желудочному соку. Слѣдовательно, и питаніе зародыша насчетъ запасовъ бѣлка становится понятнымъ; пепсинообразный ферментъ, развивающійся во время проростанія, дѣйствуетъ на нихъ подобно тому, какъ діастазъ дѣйствуетъ на крахмалъ, т.-е. переводитъ въ растворимую, подвижную форму. Часть бѣлковыхъ веществъ, во время проростанія, 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, которые 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 насчетъ запасовъ маслянистыхъ веществъ, но и въ этомъ отношеніи имѣются нѣкоторыя указанія. Масла, какъ таковыя неспособны проникать чрезъ 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 проростанія обнаруживается подобное распаденіе масла на составляющую его кислоту и глицеринъ. Сверхъ того, извѣстно, что присутствіе свободной жирной кислоты много способствуетъ раздробленію капелекъ масла въ водѣ и образованію такъ называемыхъ эмульсій, то-есть тѣхъ бѣлыхъ, содержащихъ масло жидкостей, которыя мы называемъ молокомъ, какъ, на примѣръ, молоко коровье, миндальное, маковое и пр. Это образованіе эмульсій 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 молодаго 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 насчетъ этихъ запасовъ. Въ сѣменахъ бобовыхъ растений 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 пораненіемъ; 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 сѣменодолями, то стебелекъ разовьется быстрѣе, чѣмъ у цѣлаго зародыша, и, наоборотъ, если мы отрѣжемъ стебеле-

вую почку, а корешокъ оставимъ въ связи съ сѣменодолями, то онъ разовьется сильнѣе, чѣмъ у неповрежденнаго зародыша. Оно и понятно; въ этомъ случаѣ одинъ изъ двухъ органовъ пользуется запасомъ пищи, заготовленнымъ 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 проростанія разжижается, дѣлается похожимъ на кашицу или молоко. Между тѣмъ, наружныя клѣточки той части зародыша, которой онъ прислоненъ къ бѣлку и которую мы называли щиткомъ (см. фиг. 17 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 благопріятныхъ 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 поддержать 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 непосредственно убѣдиться, что соприкасающіяся съ нимъ зерна крахмала обнаружатъ явные слѣды разрушенія, они будутъ изглоданы, высосаны имъ.

Мы уже нѣсколько разъ употребили 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 проростанія 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 равновѣсіемъ и ограничится роль диффузіи. Что же заставитъ нарушить 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 диффундирующие бѣлки превратятся въ нерастворимую 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 сговорились бы отъ времени до времени дѣлить поровну свое движимое имущество, представимъ себѣ далѣе, что одно лицо имѣло бы неосторожность постоянно превращать часть своего недвижимаго въ движимое, а другое, наоборотъ, превращало бы часть своего недвижимаго въ недвижимое имущество. Въ результатѣ оказалось бы, что все имущество перваго перешло бы въ карманъ втораго. Послѣдній высосалъ бы все имущество перваго. Точно такимъ же образомъ и зародышъ высасываетъ пищу изъ бѣлка и сѣменоделей. 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 отпращиваніи.

Итакъ, мы видимъ, что въ основѣ явленій питанія зародыша лежатъ тѣ же общія явленія диффузіи и превращенія, которыми мы объяснили въ предшествовавшей лекціи питаніе

кѣлочекъ, да иначе и быть не можетъ, такъ какъ жизнь зародыша слагается изъ жизней составляющихъ его кѣлочекъ.

До сихъ поръ мы успѣли убѣдиться, что во время проростанія въ сѣмени происходитъ только перемѣщеніе вещества изъ одного органа въ другой. Несмотря на кажущееся увеличеніе размѣровъ, несмотря на ростъ молодаго 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 простаго взвѣшиванія для этого было бы недостаточно; если мы просто взвѣсимъ сначала сѣмя, а потомъ его ростокъ, то послѣдній всегда будетъ тяжелѣе, и это не трудно понять. Мы видѣли, что различныя части растенія содержатъ весьма различныя количества воды — въ сѣменахъ ея мало, въ цѣломъ растеніи довольно много *). Во время проростанія, сначала все сѣмя, позднѣе корешокъ, всасываютъ воду, и этимъ можно объяснить приростъ 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 проростанія растеніе, несмотря на увеличеніе размѣровъ, значительно потеряло въ вѣсѣ. Раждается вопросъ, куда же дѣлось это вещество? Ни твердыхъ, ни жидкихъ отдѣленій мы 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.

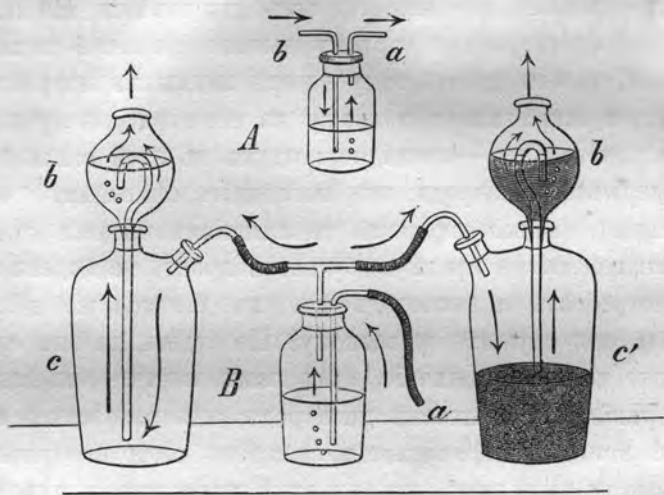
Это предположеніе прямо приводитъ насъ къ разсмотрѣнію втораго изъ трехъ указанныхъ условій проростанія, къ разсмотрѣнію значенія воздуха. Воздухъ, какъ мы знаемъ, состоитъ изъ кислорода и азота; опытъ прямо указываетъ, что сѣмени нуженъ именно кислородъ. Сѣмя, глубоко зарытое въ почву или подъ водою, которая не возобновляется, не прорастаетъ; но оно одинаково не прорастаетъ, или, проросши, остава-

*) См. таблицу анализовъ на стр. 39.

вливается 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 проростающія сѣмена поглощаютъ кислородъ, то оставивъ ихъ нѣкоторое время въ присутствіи ограниченного объема воздуха, мы лишимъ этотъ воздухъ кислорода и сдѣлаемъ его непригоднымъ для горѣнія. На дно этой стеклянки съ широкимъ горломъ, плотно закрытой стеклянною пробкой, часовъ десять тому назадъ насыпали проростающія сѣмена; я открываю ее и ввожу въ нее горящую лучину; она мгновенно гаснетъ — очевидно, воздухъ въ этой стеклянкѣ уже не содержитъ кислорода, онъ 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 намъ, конечно, извѣстно, 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 выдыхаемый нами, различенъ, и что послѣдній содержитъ углекислоту. Для отличія углекислоты отъ другихъ газовъ пользуются слѣдующими двумя признаками. Если пропускать углекислоту чрезъ извѣстковую воду, то-есть воду въ которой растворена ѣдкая известь, кипѣлка, то это совершенно прозрачная вода мутится, осаждаетъ изъ себя мѣлъ, то-есть углекислую известь, соединеніе извести съ углекислотой. Я беру стеклянку (фиг. 18 А), въ которую чрезъ пробку пропущены двѣ колѣнчатыя трубки: одна погружена концомъ въ известковую воду, другая, болѣе короткая, не достигающая до уровня жидкости. Сначала беру въ ротъ короткую (а) трубку и тяну въ себя воздухъ; чрезъ другую, длинную трубку, наружный воздухъ пузырьками проходитъ чрезъ жидкость, но она не мутится. Поворачиваю

стеклянку, беру въ ротъ кончикъ длинной трубки (в) 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 ничто иное какъ углекислота, которую я только что выдохнулъ.

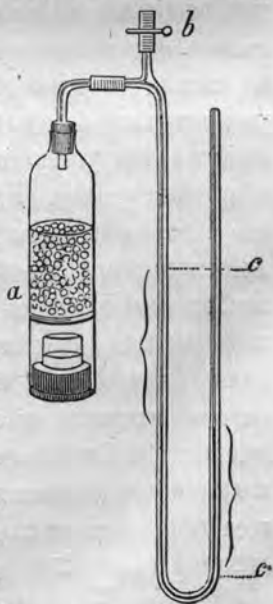


Фиг. 18.

Другая проба на углекислоту заключается въ слѣдующемъ. Всѣ такъ называемыя ѣдкія щелочи жадно поглощаютъ углекислоту. Беру съ одного конца открытую стеклянную трубку, содержащую углекислоту, и, заткнувъ отверстіе пальцемъ, опрокидываю ее надъ сосудомъ съ растворомъ щелочи. Какъ только я отниму палецъ, которымъ заткнуто отверстіе, 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 проростающіе 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 угле-

кислоту взаѣнъ 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. 18, В) чрезъ отверстіе *a* и, проходя пузырьками чрезъ растворъ ѣдкой щелочи, оставляетъ тамъ тѣ слѣды углекислоты, которые находятся во всякомъ воздухѣ, тѣмъ болѣе въ залѣ, въ которой дышать много людей. Изъ этого сосуда струя воздуха, уже лишенная углекислоты, расходится на двѣ стороны, и, проходя (какъ показано на рисункѣ стрѣлками) чрезъ два сосуда (*c* и *c'*), въ каждомъ изъ нихъ выходитъ наружу пузырьками чрезъ известковую воду, налитую въ воронкахъ (*b* и *b'*) наверху обоихъ приборовъ. Оба прибора совершенно одинаковые, чрезъ нихъ прогоняется струя того же воздуха, только въ правомъ (*c'*) на днѣ насыпанъ слой проросшихъ коноплиныхъ сѣмянъ, такъ что проходящій чрезъ него воздухъ постоянно обмываетъ ихъ поверхность и, увлекая выдѣляемые ими газы, проходитъ чрезъ жидкость въ воронкѣ *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 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 взаѣнъ поглощеннаго кислорода. Это мы можемъ увидѣть изъ слѣдующаго опыта, который въ то же время намъ дастъ возможность судить объ энергичности этого процесса дыханія. Стекланный колоколь *a* (фиг. 19) раздѣленъ проволочною сѣткой на двѣ ча-



Фиг. 19.

сти; въ верхней насыпаны проросшія сѣмена конопли, въ нижней, замкнутой каучуковою пробкой, помѣщается маленькій стаканчикъ съ растворомъ ѣдкой щелочи. Верхнее отверстіе колокола также заткнуто каучуковою пробкой съ колѣнчатой, 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 выделяютъ углекислоту, которая, какъ мы знаемъ, жадно поглощается ѣдкою щелочью, находящеюся 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 другаго, 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 мѣрѣ выдѣленія). Уменьшеніе въ объемѣ зависитъ отъ того, что кислородъ поглощается сѣменемъ и на мѣсто его выдѣляется равный объемъ углекислоты, поглощаемый ѣдкою щелочью; оно одновременно служитъ мѣрой вдыханія кислорода и выдыханія углекислоты. Поднятіе столба жидкости идетъ такъ быстро, что мнѣ придется нѣсколько разъ въ теченіе лекціи открыть этотъ кранъ (*b*) и привести манометръ въ равновѣсіе. 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 сосудъ, наполненный вмѣсто воздуха водородомъ, они не развивались далѣе и въ нихъ нельзя было найти діастаза, между тѣмъ какъ такія же сѣмена, оставленныя въ прикосновеніи съ воздухомъ, дали ростки, содержащія діастазъ. Такимъ образомъ, намъ становится понятнымъ одно изъ ближайшихъ послѣдствій дыханія, пробуждающаго растеніе къ жизни.

Фактъ дыханія даетъ намъ объясненіе для той постоянной потери въ вѣсѣ сухаго 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 проростающемъ 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, поддерживаетъ температуру животнаго, согрѣваетъ его; не будетъ ли оно согрѣвать и молодое зачаточное растеніе, доставляя ему необходимую для развитія теплоту? Этотъ вопросъ приводитъ насъ къ разсмотрѣнію послѣдняго изъ трехъ условій, отъ которыхъ зависитъ проростаніе,—къ разсмотрѣнію вліянія теплоты.

Не только точный опытъ, но даже сравнительно грубое наблюденіе убѣждаетъ, что во время проростанія, 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, однимъ осязаніемъ, можно обнаружить развивающуюся теплоту. Бывали случаи, что сопрѣвшія сѣмена

подвергались самовозгаранію, но здѣсь къ нормальнымъ жизненнымъ отправленіямъ, вѣроятно, присоединялись еще процессы гніенія и тлѣнія. Въ болѣе точныхъ опытахъ, гдѣ, по возможности, старались устранять эти источники неточности, можно было обнаружить повышеніе на 5, на 10 и болѣе градусовъ надъ температурой окружающей среды. Это нагрѣваніе, очевидно, должно быть полезно для развивающагося ростка, такъ какъ многочисленныя наблюденія земледѣльцевъ и болѣе точныя опыты ботаниковъ показали, что быстрота проростанія, то-есть первое появленіе корешка, а затѣмъ дальнѣйшій ростъ зародыша, находятся въ прямой зависимости отъ температуры, и притомъ для различныхъ растений существуютъ различныя предѣлы, при которыхъ прекращается возможность проростанія. Для очень многихъ растений можно указать низшую температуру, при которой оно начинаетъ проростать, и высшую, при которой оно опять утрачиваетъ эту способность; между этими предѣлами быстрота проростанія возрастаетъ до известной температуры и затѣмъ начинаетъ уменьшаться. Такимъ образомъ мы отличаемъ три температуры: *низшую* и *высшую*, составляющія предѣлы возможнаго проростанія, и *лучшую*, когда процессъ идетъ всего успѣшнѣе, то-есть быстрѣе. Такъ, напри- мѣръ, наши хлѣбныя злаки начинаютъ обыкновенно проростать при двухъ-трехъ градусахъ выше нуля, и, чѣмъ выше, тѣмъ быстрѣе, но, начиная съ 15—16°, процессъ этотъ вновь замедляется и около 30° почти прекращается. Долгое время полагали, что при 0°, то-есть при температурѣ замерзанія воды, всякая жизнь и, слѣдовательно, и проростаніе невозможны, но не такъ давно сдѣлано любопытное наблюденіе, что сѣмена могутъ проростать 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 толщиною, и въ январѣ и мартѣ помѣщено на погребѣ. Чрезъ два мѣсяца, то-есть въ мартѣ и маѣ, сѣмена самыхъ разнообразныхъ растений: пшеницы, ржи, гороха, капусты, горчицы, были найдены проросшими; ихъ тонкіе корешки пронизывали толщу льда. Этотъ странный, неожиданный, но вполне досто-

вѣрный опытъ, равно какъ и подобные же факты, касающіеся цвѣтенія нѣкоторыхъ альпійскихъ растений, распускающихся среди снѣга, по всей вѣроятности, должно объяснить теплотой, 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 невѣрно, такъ какъ извѣстно, что вода можетъ не замерзать и при температурахъ ниже 0° ; такъ, на примѣръ, въ очень узкихъ волосныхъ трубкахъ она не замерзаетъ и при -10° . Такимъ образомъ, мы видимъ, что проростаніе 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 почти ста градусамъ тепла и такому же, почти невысказанному, и только искусственно получаемому стоградусному холоду, не лишая его способности проростать. Значить, покоящееся сѣмя отличается значительною выносливостью относительно температуры и въ этомъ заключается одно изъ его важныхъ свойствъ.

Таково значеніе этого третьяго фактора, обуславливающаго проростаніе, 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, на примѣръ, 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 живаго 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 клѣточки, около 50° R. уже свертывается подобно яичному бѣлку, но, вѣроятно, уже и ранѣе этой температуры начинаетъ измѣняться. Понятно, что если повышеніе 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 дѣйствіе температуры такъ сказать уравнивается. Такимъ образомъ, и въ дѣйствіи температуры на проростающее сѣмя мы не встрѣчаемъ ничего такого, что заставляло 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 жизненность, 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 также быстро утрачиваютъ эту способность; таковы, напримѣръ, кофейныя сѣмена, сѣмена пшвы; 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 проростанію въ сущности не должно бы представлять ничего страннаго; если сѣмя не заключаетъ не-

обходимой воды и уединено своими оболочками или какими другими средствами отъ атмосферическихъ вліяній, слѣдовательно, лишено двухъ причинъ, 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, доказывающіе, что сѣмена, взятые изъ гербаріевъ, гдѣ они пролежали болѣе ста лѣтъ, успѣшно проросли; приводятъ даже въ примѣръ такъ называемую мумійскую пшеницу, пролежавшую тысячелѣтія въ египетскихъ гробницахъ, но эти послѣдніе примѣры не вполне достовѣрны. Къ тому же, способность находиться въ состояніи оцѣпенѣнія 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, чрезъ нѣсколько дней, утрачивать способность къ проростанію; 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, на примѣръ, 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 претерпѣвать 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 проростанія, каковы, напримѣръ, сѣмена косточковыхъ плодовъ, то уже въ однихъ механическихъ препятствіяхъ, которыя они должны преодолѣть, можно видѣть причину этой медленности. И дѣйствительно, перѣдко, дѣлая надрѣзы въ твердой оболочкѣ сѣмянъ, можно ускорить ихъ проростаніе.

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

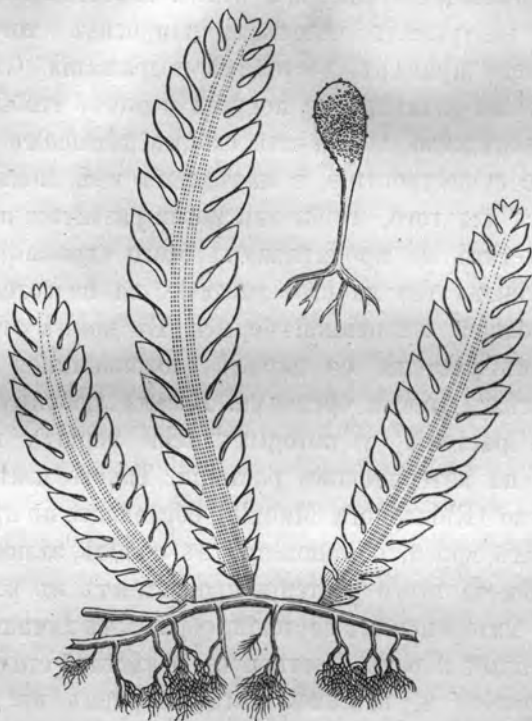
Періодъ проростанія отличается тѣмъ, что въ теченіе его растеніе не нуждается въ постороннихъ источникахъ пищи; оно существуетъ насчетъ запаса пищи, отложеннаго въ бѣлкѣ или сѣмянодоляхъ. Для пробужденія его къ дѣятельности, необходима вода, кислородъ воздуха и тепло. Вода дѣйствуетъ двояко, механически 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 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 проростающихъ 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 проростанія 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 можемъ ха-

рактировать періодъ проростанія, сказавъ, что въ теченіи 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 неспособны къ самостоятельной и производительной дѣятельности, они существуютъ насчетъ 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 дѣтищамъ 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, а 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 проростанія проходитъ на материнскомъ растеніи. Таково извѣстное *мангровое* дерево (*Rhizophora Mangle*), обитающее по побережьямъ тропическихъ морей, обыкновенно въ полосѣ, заливаемой приливомъ. Сѣмена этого растенія проростають въ плодѣ и, еще будучи на 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 проростанія, обнаруживается въ растеніи и фізіологическое раздѣленіе труда. Съ общей фізіологической точки зрѣнія, растеніе представляетъ намъ двѣ болѣе или менѣ 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 ступе-

ныхъ растительной организаціи. Существуютъ, напримѣръ, водоросли, состоящія изъ одной клѣточки и, тѣмъ не менѣе, представляющія части аналогическія листу, корню и стеблю. Вотъ водоросль, попадающаяся нерѣдко на влажныхъ заливныхъ лугахъ и состоящая изъ округлой зеленой головки и безцвѣтнаго развѣтвленнаго основанія—подобія корешка (фиг. 20 наверху), которымъ прикрѣпляется къ почвѣ. Это только про-



Фиг. 20.

стой 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. 20). Экземпляръ, который я собралъ въ Пуццуоли, въ Неаполитанскомъ заливѣ, расправленный на бумагѣ, покрываетъ поверхность величиной съ кисть руки, но, по словамъ путешественниковъ, попадаются экземпляры и болѣе крупныя. Эта клѣточка-гигантъ—самая крупная клѣточка 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 клѣточка, имѣющая одну сообщающуюся полость.

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

Остается выяснить еще одно обстоятельство, разрѣшить еще одинъ вопросъ. Когда оканчивается періодъ проростанія, когда начинается самостоятельная жизнь растенія? Періодъ проростанія оканчивается собственно тогда, когда будетъ истощенъ запасъ питательныхъ веществъ; самостоятельная жизнь начинается тогда, когда обнаружится дѣятельность листьевъ, а для этого они должны подвергнуться дѣйствію свѣта, безъ чего они не позеленѣютъ и останутся желтыми, болѣзненными. Вотъ, слѣдовательно, еще одна, послѣдняя особенность періода проростанія: 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 насчетъ другихъ частей, а насчетъ окружающихъ неорганическихъ соединеній. Убыль въ вѣсѣ замедляется и, наконецъ, переходитъ въ прибыль. Начинается *усвоеніе* вещества.

IV.

К о р е н ь.

Въ концѣ прошлой бесѣды мы пришли къ заключенію, что, въ періодъ проростанія 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 питаніемъ насчетъ окружающихъ веществъ, настоящимъ усвоеніемъ 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 его 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 прямо заключаемъ, что эти вещества поступаютъ чрезъ корень. Остальные же вещества могутъ находиться и въ почвѣ и въ воздухѣ, слѣдовательно, относительно ихъ мы остаемся въ сомнѣніи; пока не получимъ прямого отвѣча изъ опыта, мы не можемъ сказать напередъ, берутся ли они изъ почвы или изъ воздуха, поступаютъ ли они въ растеніе чрезъ корень или чрезъ 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 различающія составныя части: горючую и негорающую, или органическую и неорганическую. Этой органической части, которая есть ничто иное какъ остатокъ истлѣвшихъ растеній, почва обязана своимъ чернымъ цвѣтомъ. Это черное, сгорающее при прокаливаніи почвы вещество называютъ перегноемъ, даже въ самыхъ черныхъ почвахъ, въ настоящихъ черноземахъ, его сравнительно очень мало, въ рѣдкихъ болѣе 10%⁰*). Почва прокаленная и, слѣдовательно, лишенная перегнойныхъ органическихъ веществъ представляетъ уже не черный, а желтоватый или красноватый цвѣтъ. Остающіеся послѣ прокаливанія минеральныя, и по количеству главныя, вещества

*) Составъ почвы былъ демонстрированъ на лекціяхъ, при помощи такъ называемыхъ наглядныхъ анализовъ, показывающихъ объемное отношеніе различныхъ составныхъ частей почвы. Подобныя анализы желающіе могутъ видѣть въ сельско-хозяйственномъ отдѣлѣ политехническаго музея.

почвы мы можемъ раздѣлить на три группы, 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, нерастворима 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 недоступны 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 бесплодную 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: стоитъ взять самую плодородную землю, прокалить ее, обработать кислотой, и тогда получимъ почти бѣлый остатокъ, который будетъ совершенно бесплоденъ.

Значитъ, рассматривая почву въ настоящемъ, мы въ правѣ наибольшую часть ея считать какъ бы мертвымъ остовомъ, 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 распределены 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 соединеніе 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 необходимыми. 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, ощутившись 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 физиологии растений представляет 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 почву, сжечь въ ней все органическое вещество, и, несмотря на то, растеніе будетъ развиваться въ ней нормально. Въ такой *бѣлой* землѣ мы можемъ получить растеніе, не отличающееся отъ другаго, выросшаго на лучшемъ черноземѣ. Слѣдовательно, не въ перегной заключается пища растенія, оно можетъ обойтись и безъ него. Но мы уже видѣли, что наибольшая часть минеральнаго вещества,—то, что мы назвали нерастворимымъ остономъ 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, напримѣръ, изъ золы растенія. Такая почва была бы совершенно непригодна; питательныя вещества

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

находились бы въ слишкомъ концентрированной формѣ и растеніе навѣрно погибло бы. Для того, чтобы служить для питанія, они должны быть раздѣлены, разсыяны 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 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 перечисленные искусственные почвы служатъ только для равномернаго распредѣленія, такъ сказать для разжиженія питатель-

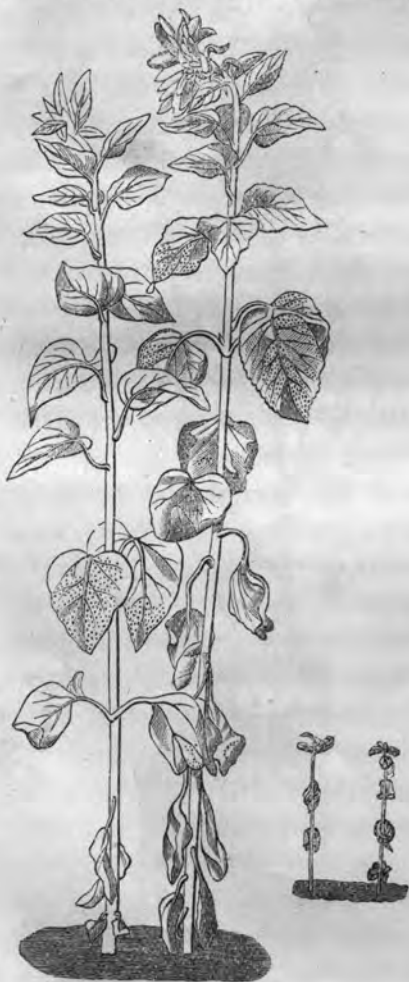


Фиг. 21.

ныхъ веществъ, то нельзя ли ихъ замѣнить 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 (ф. 21), вмѣщающую *три* или *четыре* фунта 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.

Итакъ, вотъ насколько упростила наша задача: во всей массѣ черной перегнойной почвы, приходящейся на долю растенія, существенно необходимымъ для питанія, въ данную минуту, оказывается только ничтожная ще-



Фиг. 22.

потка смѣси нѣсколькихъ солей. Посмотримъ теперь какіе же изъ химическихъ элементовъ входятъ въ составъ этихъ солей. Для этого необходимо было сдѣлать рядъ опытовъ или въ описанной выше бѣлой бесплодной почвѣ, въ которую внесены необходимыя соли, или въ только что описанномъ растворѣ.

Вотъ опыты, показывающіе необходимость для растенія азота (фиг. 22). Взято два горшка съ прокаленною и промытою кислотой, слѣдовательно, бѣлою и бесплодною почвой, и въ одинъ изъ нихъ прибавлена зола растенія, заключающая, слѣдовательно, всѣ находящіяся 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 растеньица, 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.

Другой опытъ. Беремъ двѣ банки съ питательнымъ растворомъ (фиг. 21); въ одной изъ нихъ находятся всѣ необходимыя соли, въ другой тѣ же соли *минусъ* соль калия, то-есть поташъ. Сажаемъ въ каждую банку совершенно одинаковыя зерна гречихи. По прошествіи извѣстнаго времени, въ первой получается здоровое растеніе, оно цвѣтеть, приноситъ зрѣлыя сѣмена; во второй—оно на первыхъ же порахъ захирѣло и погибло. Повторяемъ опытъ десятки разъ, и всегда съ одинаковымъ результатомъ. Выводъ: растенію необходимъ калий; оно не можетъ жить безъ калия.

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 взмущиваемъ въ жидкости такъ, чтобы онъ попадалъ на поверхность корней. Беремъ двѣ банки: одну съ совершенно прозрачнымъ растворомъ, слѣдовательно, не содержащимъ желѣза; другую— съ легкою мутью, вслѣдствіе присутствія желѣзной соли. Воспитываемъ въ каждомъ изъ нихъ по одному растенію, положимъ маиса, и по прошествіи двухъ-трехъ недѣль уже замѣчаемъ рѣзкую разницу. Между тѣмъ какъ во второй, 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. Притомъ, эти листья представлять 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 заключавшему желѣза, прибавить этой соли, и болѣзненные проявленія прекратятся, растеніе позеленѣетъ и начнетъ вновь развиваться; мало того, стоитъ совершенно бѣлый, больной листъ смочить въ одномъ мѣстѣ желѣзною солью, и чрезъ нѣсколько времени на этомъ мѣстѣ появится зеленое пятно. Мы не разъ обращали вниманіе на сходство жизненныхъ отправленій растительнаго и человѣческаго организма; дѣйствіе солей желѣза представляетъ еще разительный тому примѣръ. Въ послѣднее время, въ жизни, къ сожалѣнію, нерѣдко сталъ встрѣчаться слѣдующій случай. Знакомая вамъ особа, мужчина, дама или дѣвица, чувствуетъ себя не совсѣмъ здоровою; болѣзнь, между прочимъ, проявляется неестественною блѣдностью; приглашаютъ доктора; онъ съ перваго почти взгляда довольно

безцеремонно просить открыть ротъ и, освидѣтельствовавъ десны, прописываетъ рецептъ, пилюли или микстуру. Пациентъ принимаетъ лѣкарство и чрезъ нѣсколько времени вновь пріобрѣтаетъ здоровый видъ. Лѣкарство это содержитъ желѣзо. Желѣзо находится и въ красномъ веществѣ крови, и въ зеленомъ веществѣ растенія. То же желѣзо, которое возвращаетъ здоровый румянецъ поблекшей щекѣ, возвращаетъ естественный зеленый цвѣтъ и поблѣднѣвшему листку.

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, 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 составную 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 ничто иное какъ длинныя, заостренныя клѣточки, стѣнки которыхъ, особенно на концахъ, до того проникнуты кремнеземомъ, что онѣ хрупки какъ стекло, отъ того-то онѣ такъ легко прокалываютъ кожу и, обломившись въ ранкѣ, впускаютъ въ нее свой ядовитый сокъ, содержащій муравьиную кислоту. 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 получаютъ 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 проведеннаго 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 приготов-

ляются 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 физиологіи корня. Не забудемъ, однако, что эта *простота* представляетъ плодъ десятковъ лѣтъ упорнаго труда десятковъ ученыхъ изслѣдователей.

Здѣсь самъ 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 впоследствии, другія, не участвуя прямо въ питаніи, могутъ оказывать косвенное полезное дѣйствіе. Такъ, на примѣръ, 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, находящіеся 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 распределенію питательныхъ веществъ. Въ послѣднемъ отношеніи почва отличается замѣчательною такъ называемою *поглощительною* способностью. Если мы наполнимъ воронку почвой и будемъ 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 ограничен-
ныхъ количествахъ, не вымываются дождями, а удерживаются
почвой и очень скупо, исподволь уступаются водѣ, обращаю-
щейся между ея твердыми частицами. Исключеніе изъ этого
правила составляетъ азотная кислота, весьма легко вымывае-
мая изъ почвы, а, между тѣмъ, какъ мы видѣли, она доставля-
етъ растенію самое важное питательное начало—азотъ. Исслѣ-
дованія агрономовъ-химиковъ все болѣе и болѣе заставляютъ
сельскаго хозяина обращать вниманіе на возможно полную ути-
лизацию этого вещества культурными растеніями. Повидимому,
въ отношеніи растенія къ азотной кислотѣ почвы должно даже
главнымъ образомъ искать причину той роли, которую играютъ
бобовыя растенія въ плодосѣнномъ хозяйствѣ. Эта роль до
послѣдняго времени представляла много загадочнаго. Бобовыя
растенія содержатъ болѣе азота, чѣмъ злаки, а, между тѣмъ,
азотныя удобренія на нихъ оказываютъ менѣе вліянія, чѣмъ на
злаки; мало того, чередуя культуру бобовыхъ растеній со зла-
ками на неудобряемой почвѣ, получаютъ такіе же урожаи зла-
ковъ, какъ и въ томъ случаѣ, когда эти послѣдніе чередуются
съ паромъ. Отсюда могло возникнуть парадоксальное воззрѣ-
ніе, что бобовыя растенія не истощаютъ, а даже обогащаютъ
почву,—воззрѣніе, которое въ буквальномъ смыслѣ было бы
справедливо только тогда, когда было бы доказано, что бобовыя
растенія черпаютъ свой азотъ не изъ почвы, а изъ воздуха, но
это предположеніе не подтвердилось на опытѣ. Самое простое
объясненіе этой загадочной роли бобовыхъ растеній, по отно-
шенію къ азоту, повидимому, заключается въ томъ, что, разви-
вая болѣе углубляющуюся въ почву систему корней и занимая
почву въ теченіи болѣе долгаго періода времени, они въ болѣе
совершенной степени исчерпываютъ запасъ азотной кислоты,
въ другихъ случаяхъ вымываемой дождями и пропадающей не-
производительно для сельскаго хозяина. Такимъ образомъ, болѣе
совершеннымъ пользованіемъ азотной кислотой почвы, а не ка-
кими иными непонятными свойствами, можемъ мы всего легче
объяснить себѣ почему бобовыя растенія даютъ въ своемъ уро-
жаѣ болѣе азота, чѣмъ другія растенія, да еще оставляютъ избы-
токъ этого азота въ неподвижной, невымываемой дождями

формѣ — въ формѣ своихъ корневыхъ остатковъ — на пользу чередующимся съ ними растеніямъ. Рождается еще вопросъ: достаточно ли для прокормленія растенія этихъ, 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 выпадаетъ дождя, мы знаемъ сколько эта дождевая вода можетъ 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 этой жидкой пищей? Для очень только плодородныхъ почвъ отвѣтъ получается положительный, для остальныхъ — отрицательный. Растеніе, повидимому, обыкновенно не довольствуется одною жидкою пищей, 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 скупо разбѣянные частицы питательныхъ веществъ. Это прямо приводитъ насъ къ разсмотрѣнію втораго 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 внѣшнему 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, разсыпается въ цѣлую прядь нитевидныхъ мочекъ — какъ, на примѣръ, у нашихъ злаковъ: ржи, пшеницы и проч. Корни перваго рода мы такъ и называемъ *стержневыми*, а втораго — *мочковатыми*. Эти два крайніе типа, развѣтвляясь

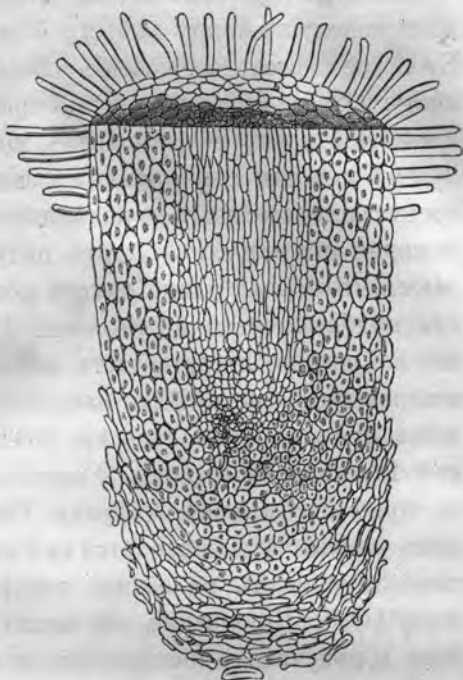
и различнымъ образомъ усложняясь, обусловливаютъ все разнообразіе формъ, представляемыхъ этимъ органомъ.

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 коническую 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 перѣдко 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, кнаружи уже потерявшихъ между собою связь и только связанныхъ какою-то слизью. Этотъ колпачекъ, или какъ его обыкновенно называютъ *чехликъ*, ничто иное какъ наружные, отмирающіе и начинающіе уже разрушаться слои ткани, которые прикрываютъ и охраняютъ лежащую подъ ними нѣжную, молодую ткань конуса нарастанія (фиг. 23)*. Иногда этотъ чехликъ можно снять съ верхушки корня, какъ палецъ 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, оканчивалась 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 отступя отъ самой вершины, прикрытой чехликомъ, вся наружная поверхность кожицы корня покрыта длинными тонкими волосками (фиг. 23). Каждый такой волосокъ

*) Схематическое изображеніе оконечности корня, перерѣзанной вдоль и поперекъ; нижній конецъ покрытъ чехликомъ, въ верхней части корневые волоски.

есть ничто иное какъ очень вытянутая клѣточка кожицы. Еще далѣе отъ вершины прекращается и этотъ поясъ волосковъ; поверхность корня тамъ покрыта кожей, потерявшею свои волоски (фиг. 24), отчасти растрескавшеюся, отчасти же кожа замѣнена уже другою тканью, въ родѣ той, которая образуетъ кору стеблей и которую ботаники вообще называютъ пробковою, такъ какъ съ пробкой собственно она имѣетъ общее свойство, не пропускать воды. Такимъ образомъ, по длинѣ



Фиг. 23.

корня мы отличаемъ три пояса: на самой вершинѣ чехликъ, затѣмъ поясъ волосковъ и, наконецъ, болѣе старую часть съ засохшею кожей 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, это доказано на опытѣ; слѣдовательно, всасывающая поверхность корня ограничивается поясомъ волосковъ, и дѣйствительно, эта ткань въ высшей степени проницаема для воды, гораздо болѣе чѣмъ кожа воздушныхъ частей растенія.

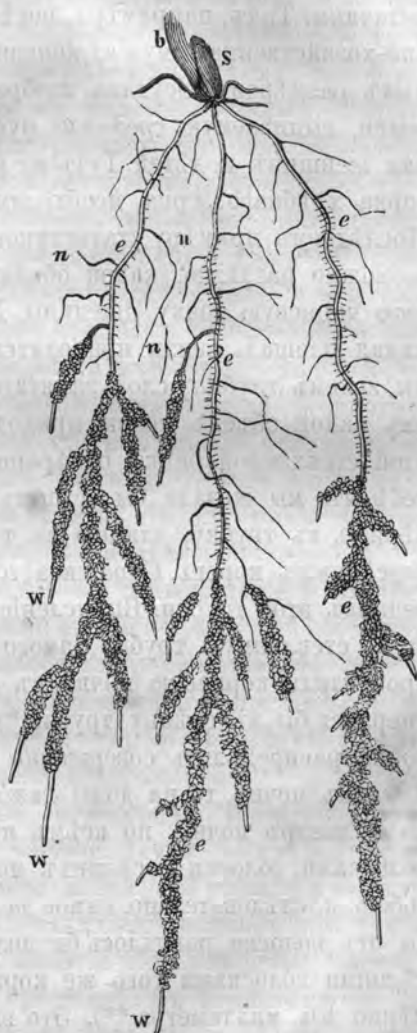
Корень насъ интересуесть главнымъ образомъ какъ органъ поглощенія, и съ этой точки зрѣнія крайне любопытно составить себѣ понятіе, какое протяженіе и какую поглощающую поверхность представляетъ этотъ органъ. Одного взгляда на тщательно обмытый и освобожденный отъ частичекъ почвы корень любого растенія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

чительна должна быть общая длина его, если бы мы приставили конецъ къ концу всѣхъ его безчисленные 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 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, величиной 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, напримѣръ, на правой мочкѣ прилагаемой фигуры (фиг. 24) дѣятельны только волоски, занимающіе часть ея ниже буквы е; выше ихъ 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 составить 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 cadaго 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 сосудѣ величиной 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 клочекъ 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 человеческого 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



Фиг. 24.

частицы почвы отъ поверхности корневыхъ волосковъ нашего пшеничнаго растенія.

Для этого мы должны прибѣгнуть къ статистическому методу, къ приему статистиковъ, которые, презирая отдѣльную личность, 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, посѣтителямъ петербургскаго сельско-хозяйственнаго 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 внутренняго поперечника мы пропустили корневую мочку съ ея волосками, то эти волоски уперлись бы въ стѣнку трубки *). И такъ, 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 между собою, и, слѣдовательно, самое дальнее разстояніе частицы почвы отъ волоска равнялось бы половинѣ промежутка между сосѣдними волосками того же корня, то-есть равнялось бы примѣрно $\frac{1}{13}$ миллиметра **). Это вычисленіе даетъ намъ, слѣдо-

*) На лекціи это было пояснено моделью.

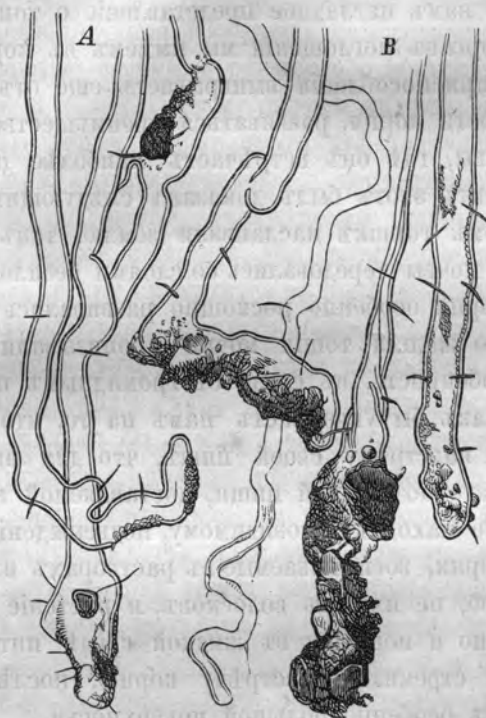
**) На основаніи опредѣляемаго подъ микроскопомъ разстоянія между волосками.

вательно, самое дальнее разстояніе, съ котораго наша *средняя* мочка должна получать свою пищу; поэтому мы можем 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 настилали землю, такъ чтобы слои плодородной почвы чередовались со слоями безплодной, и оказалось, что корни особенно роскошно развивались въ плодородной, и только жалкія тощія мочки пронизывали безплодные 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, не имѣютъ волосковъ, и растеніе 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 рисункѣ (фиг. 24 и 25) *), но ни-

*) Корневые волоски сильно увеличенные, съ приставшими къ нимъ частицами почвы.

когда не пробуравливают ихъ стѣнокъ. Какъ же согласить это противорѣчiе: твердыя тѣла служатъ для питанiя корня, но не проходятъ чрезъ стѣнки его клѣточекъ? Для разъясненiя этого кажущагося противорѣчiя прибѣгаемъ къ слѣдующему наглядному опыту. Стеклянная банка до краевъ наполнена водой, а затѣмъ отверстiе плотно завязано пузыремъ. Наружная поверхность пузыря тщательно обтерта пропускною



Фиг. № 25.

бумагой, такъ что она представляется совершенно сухою. На эту сухую поверхность мы посыпаемъ порошокъ мѣла. Мѣль твердое тѣло, пузырь не содержитъ отверстiй и однако мы вскорѣ увидимъ что этотъ мѣль исчезнетъ, пройдетъ чрезъ пузырь и очутится въ растворѣ въ банкѣ. Для этого не нужно даже дожидаться чтобъ онъ весь исчезъ, мы имѣемъ средства, очень чувствительные реактивы, для того чтобъ узнавать при-

существованіе въ водѣ известковой соли. Вотъ на примѣръ эта безцвѣтная жидкость (щавелово-амміачная соль) имѣетъ особенность давать съ растворимыми солями извести бѣлый осадокъ. Приливаю его къ водѣ, взятой изъ банки до опыта, осадка нѣтъ. Беру пробѣ воды изъ банки послѣ того какъ на ея пузырьѣ лежалъ нѣсколько времени порошокъ мѣла, приливаю реактива—получается обильный бѣлый осадокъ, вода уже содержитъ извѣсть—значитъ часть мѣла прошла чрезъ пузырь. Этотъ, съ перваго раза озадачивающій, опытъ объясняется очень просто. Пузырь, какъ бы тщательно его не обтирали пропускною бумагой, только кажется сухимъ, въ сущности же онъ всегда пропитанъ жидкостью, которая омываетъ его изнанку, а эта жидкость 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 непонятнымъ 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 дышетъ, т.-е. выдѣляетъ углекислоту; убѣдиться въ этомъ можно такимъ же опытомъ, какимъ мы убѣдились въ дыханіи проростающихъ сѣ-

мянъ. А углекислота растворяетъ многія вещества нерастворимыя просто въ водѣ. Вотъ, напримѣръ, 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 чрезъ нѣсколько времени муть исчезаетъ — соль растворилась.

Итакъ, корни представляютъ кислую реакцію и выделяютъ 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 24 и 25). Но можетъ-быть, вмѣсто всѣхъ этихъ косвенныхъ соображеній, желательно было бы непосредственно, на опытъ 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 мѣль — 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 среди гладкой, отражающей свѣтъ поверхности увидимъ матовые червеобразные слѣдки. Это отпечатки корней, которые, прикасаясь къ гладкому мрамору своею кислую 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; одной прядью оно сосало воду, другою—отнимало у твердыхъ частицъ почвы необходимыя питательныя вещества.

Наконецъ, существуютъ и такія растенія, какъ, напримѣръ, 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 различныхъ 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 и 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 какому-нибудь привычкамъ, вкусамъ или истинкѣ, 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 съ главными чертами жизни 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 также 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 своеобразіемъ процессовъ питанія, совершающихся въ этомъ органѣ и нѣсколько 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 составляютъ 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 поступаетъ 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 въ бѣлой почвѣ или въ растворахъ, не содержащихъ органическаго вещества. И, однако, при этомъ получались растенія, содержащія въ тысячи, въ десятки тысячъ разъ болѣе углерода, чѣмъ его было во взятомъ для опыта зернѣ. 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. 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 значить 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 завлекло бы насъ слишкомъ далеко, да и къ тому же онъ представляетъ мало интереса, такъ какъ не трудно доказать, что если-бъ этотъ углеродъ и принималъ участіе въ жизни растенія, то это участіе должно быть ничтожно, 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 временемъ становиться бѣднѣе перегноемъ, но ежедневный опытъ

учить, 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 удобренія, 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 долженъ приниматься 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, чтобы 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 маленькихъ взрывовъ, и на стѣнкахъ стекляннаго со-

суда осаждается черная копоть. Это освободившийся 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 сухопутныхъ растений, всего удобнѣе убѣдиться въ существованіи обмѣна между листомъ и раствореннымъ въ водѣ газомъ. Вотъ нѣсколько опытовъ, которые легко произвести въ любое ясное, солнечное утро.



Фиг. 26.

Нарвемъ побольше листьевъ и, не давъ имъ завянуть, помѣстимъ ихъ подъ стеклянный колоколь, наполненный до верху водой и опрокинутый въ стеклянный же сосудъ (фиг. 26). 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

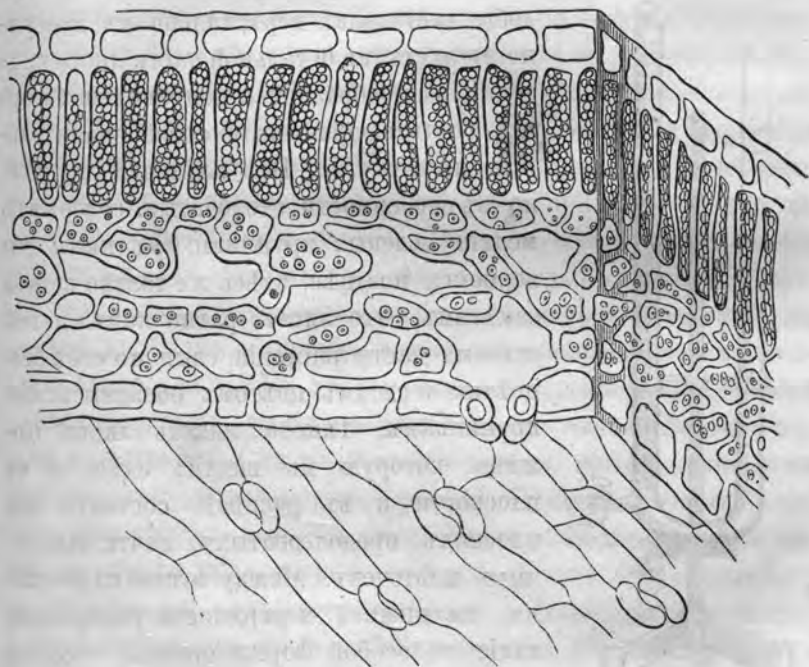
листьевъ покроется серебристымъ слоемъ пузырьковъ. Если мы оставимъ его еще долѣе, то въ верхней части колокола наберется значительное количество газа, а избытокъ воды будетъ вытѣсненъ въ наружный сосудъ, какъ это изображено на фигурѣ 26.

Повторимъ рядомъ тотъ же опытъ, но съ водою прокипяченою 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 познакоимся съ микроскопическою анатоміей листа.

Въ каждомъ листѣ или, правильнѣе, собственно въ его пластинѣ, 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 мягкою щеточкой, и тогда получаемъ изящную, тонкую и прозрачную, какъ паутина, сѣтку этихъ жилокъ или нервовъ. О значеніи этой части листа мы



Фиг. 27.

будемъ говорить впослѣдствіи, а пока обратимъ вниманіе исключительно на мякоть и кожицу. Кожица состоитъ изъ одного ряда клѣточекъ, расположенныхъ въ одну плоскость; мякоть же образуетъ рыхлую, губчатую ткань со значительными промежутками, наполненными воздухомъ. Потому листья

плавают 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 четырехъугольный кусочекъ, выкроенный изъ листа гдѣ-нибудь въ промежуткѣ между жилками (фиг. 27). Здѣсь видны двѣ плоскости разрѣза, долевая и поперечная, и нижняя поверхность листа. Мякоть состоитъ изъ клѣточекъ двоякаго рода: въ верхней части листа онѣ имѣютъ



Фиг. 28.

столбчатый видъ и расположены на подобіе частокола, вертикально къ поверхности листа; въ остальной части листа клѣточки разнообразной и неправильной формы, оставляющія между собой значительные промежутки. Всѣ клѣточки мякоти, но въ особенности столбчатая, содержатъ мелкія зеленыя крупинки; къ нимъ мы вернемся позднѣе, здѣсь же только кстати замѣтимъ, что листъ, равно какъ и всѣ зеленыя части растенія, сами по себѣ безцвѣтны и своимъ цвѣтомъ обязаны этимъ крупинкамъ. Такова мякоть листа. Кожица, которую мы видимъ 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

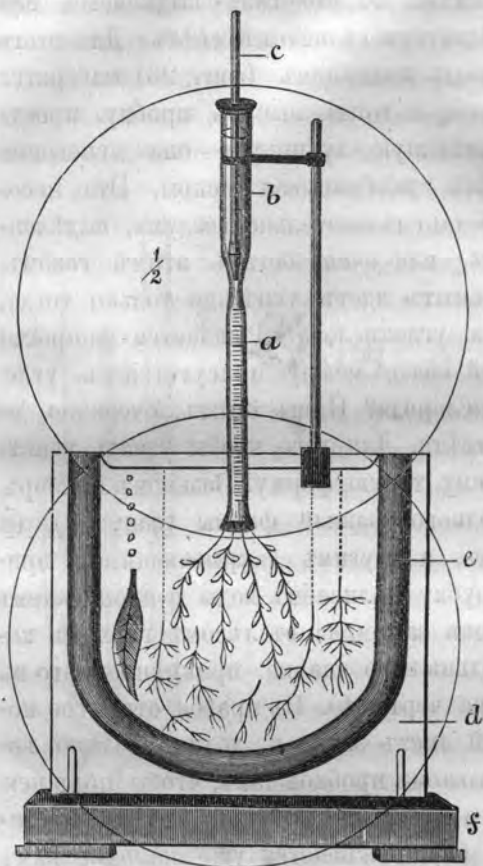
состоитъ изъ вухъ изогнутыхъ дугой клѣточекъ, окаймляющихъ продолговатую щель. Это, слѣдовательно, отверстія, отдушины въ нижней кожицѣ, ведущія во внутренность листа. Органы эти получили названіе устьицъ. Число ихъ громадно; такъ на одномъ листѣ липы ихъ болѣе миллиона, и эта цифра не

должна возбуждать недовѣрія, потому что способъ ихъ вычисления 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.

Посмотримъ теперь, какой же это газъ выдѣляется изъ листа, когда на него дѣйствуетъ солнечный свѣтъ. Для этого стоитъ подождать, пока подъ колпакомъ (фиг. 26) 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 углекислота. 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. 28), съ однимъ колѣномъ глухимъ, а другимъ закрывающимся притертою пробкой *). Въ трубку наливаемъ воды и пропускаемъ углекислоту такъ, чтобы она занимала въ лѣвомъ глухомъ колѣнѣ пространство до подвижнаго 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 постоянно увеличивающееся количество газа. Между тѣмъ какъ объемъ газа въ правомъ колѣнѣ будетъ расти, въ лѣвомъ—объемъ углекис-

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

слоты 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



Фиг. 29.

кислорода, а въ другомъ колѣнѣ исчезнетъ соответствующее 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 въ немъ вспыхивать, но даже горящая будетъ тухнуть. Значитъ, 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 за то 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 *сциоптикона*, 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 излѣдованіе выдѣленнаго растеніемъ газа. Вотъ одна изъ наиболѣе наглядныхъ формъ этого опыта. Стеклянная ванночка, состоящая изъ подковообразно согнутой стеклянной палочки (е) и двухъ зеркальных стеколъ (d), представляетъ намъ маленькій акваріумъ, населенный обыкновенными водяными растеніями. Если мы располагаемъ достаточно сильнымъ источникомъ свѣта солнечнымъ, электрическимъ или даже друмондовымъ, то можемъ отбросить на экранѣ изображеніе этого миниатюрнаго акваріума (уменьшеннаго на фиг. 29 въ два раза) величиною въ сажень и болѣе, и во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ стебельки или черешки листьевъ перерѣзаны замѣтимъ любопытное явленіе выдѣленія кислорода растеніемъ, разлагающимъ углекислоту *). Для этого, конечно, вода должна содержать углекислоту и свѣтъ быть достаточно яркъ; въ отсутствіи этихъ двухъ условій выдѣленія пузырьковъ не будетъ замѣтно, но за то, когда свѣтъ достаточно силенъ (солнечный или электрический), они устремляются вереницей, на подобіе четоковъ. Остается убѣдиться, что этотъ газъ состоитъ изъ кислорода или, правильнѣе, очень богатъ кислородомъ, такъ какъ онъ всегда содержитъ примѣсь

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

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 концемъ 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 въ началѣ, въ трубкѣ было, напр., 50 дѣленій газа, то послѣ поглощенія углекислоты его останется, скажемъ, 48 дѣленій. Тогда въ воронку приливаемъ другаго вещества, такъ называемой *пиромалловой* кислоты, которая имѣетъ свойство поглощать кислородъ, причемъ окрашивается въ темно-бурый цвѣтъ. Приподымаемъ палочку, и, какъ только первыя капли этой жидкости проникнутъ въ трубку и придутъ въ прикосновеніе съ заключающимся въ ней газомъ, онѣ окрасятъ жидкость и объемъ газа начнетъ быстро сокращаться. Наконецъ, вмѣсто 48 дѣленій останется какихъ-нибудь 15. Этотъ остающійся газъ—азотъ. Значитъ, кислорода было всего 33. Но вмѣстѣ съ 15 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 электрическимъ свѣтомъ, мы получаемъ въ первый разъ возможность, это явленіе, совершающееся въ природѣ только днемъ и въ теп-

*) Круги на фиг. 29 представляютъ свѣтлое поле, которое даетъ волшебный фонарь; для полученія болѣе значительнаго увеличенія мы рассматриваемъ весь приборъ въ два пріема.

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

лую 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 растеньями, 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. 26), наливаемъ на дно ея немного воды и ставимъ небольшой зажженный огарокъ (само собою понятно, такой величины, чтобы онъ торчалъ изъ воды). Накрываемъ этотъ огарокъ такимъ же стекляннымъ колоколомъ, какъ на фиг. 26, такъ чтобы онъ погружался краемъ въ воду на днѣ банки. Такимъ образомъ, воздухъ подъ колоколомъ будетъ замкнутъ, отдѣленъ отъ внѣшней 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. Если бы теперь мы ввели подъ колоколъ (черезъ горлышко) горящую лучину, то она, очевидно, потухла бы какъ и огарокъ. Но если мы осторожно пропустимъ подъ колоколъ чрезъ 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 колоколъ мышъ;

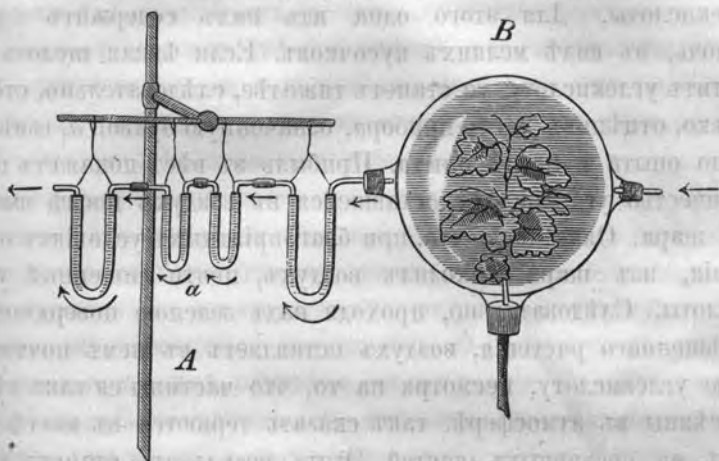
когда она задохлась бы, мы имѣли бы доказательство, что подъ колоколомъ не достаетъ кислорода для дыханія. Введя подъ него зеленую вѣтвь и выставивъ на солнце, мы сдѣлали бы этотъ воздухъ вновь годнымъ для дыханія, возвративъ ему кислородъ.

Во всѣхъ до сихъ поръ описанныхъ опытахъ мы довольствовались однимъ качественнымъ изученіемъ явленія превращенія углекислоты въ кислородъ при содѣйствіи растенія, или только приблизительною оцѣнкой отношенія между исчезающею углекислотой и появляющимся кислородомъ. Наука обладаетъ и несравненно болѣе точными количественными методами для изученія этого явленія, но ихъ описаніе было бы здѣсь неумѣстно, такъ какъ для этого пришлось бы вдаться 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, то-есть разложилось, замѣнилось кислородомъ.

Этимъ путемъ можно было разрѣшить множество любопытныхъ вопросовъ, какъ, напримѣръ, какое содержаніе углекислоты въ воздухѣ наиболѣе благопріятно 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 значительное количество углекислоты, обыкновенно нѣсколько процентовъ, а въ воздухѣ ея находится всего нѣсколько *десяти-*

тысячныхъ. Можетъ показаться мало вѣроятнымъ, чтобы растеніе было въ состояніи розыскать и присвоить себѣ такъ скудно разсѣяныя въ воздухѣ частицы угольной кислоты. Для разрѣшенія этого вопроса, извѣстный французскій ученый Буссенго предпринялъ слѣдующій опытъ. Онъ взялъ большой стеклянный шаръ съ тремя отверстіями (фиг. 30 B); чрезъ нижнее отверстіе была пропущена въ шаръ, покрытая листь-



Фиг. 30.

ми, вѣтвь винограда, сохранившая связь съ лозой, слѣдовательно, находившаяся въ совершенно нормальныхъ условіяхъ. При помощи какого-нибудь всасывающаго 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. Во всасывающемъ 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, чтобы 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, стѣитъ 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 благопріятныхъ 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 разсѣяны 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, какъ бы безслѣдно исчезаетъ, и потому должна, на основаніи законовъ диффузіи, замѣщаться все новыми и новыми количествами изъ атмосферы.

Приходя въ прикосновеніе съ зеленою, освѣщенною 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

*) См. вторую бесѣду.

не зеленый, то мы можем 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 *хлорофилл* представляетъ намъ органъ, въ которомъ совершается процессъ разложенія углекислоты. Въ 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. 31 *b*), *), лентъ и проч. Если мы выдержимъ какое-нибудь растение нѣсколько времени въ темнотѣ и затѣмъ будемъ наблюдать подъ микроскопомъ эти крупинки, то ихъ строеніе представится намъ совершенно однообразнымъ; внутри ихъ не будетъ заключаться никакихъ отложеній (фиг. 31, *a*, влѣво). Но если мы затѣмъ выставимъ растение на свѣтъ, въ обыкновенномъ воздухѣ или водѣ, то увидимъ, что, по прошествіи извѣстнаго времени, иногда нѣсколькихъ минутъ, въ нихъ покажутся мелкія зернышки (фиг. 31, *a*, вправо и посрединѣ). У нѣкоторыхъ растений зернышки эти, съ теченіемъ времени, увеличиваются, выставляются наружу и продолжаютъ расти своею частью, прилегающею къ хлорофилловой крупинкѣ (фиг. 31, *b*). Въ такомъ случаѣ, они проявляютъ слоеватое строеніе, характеристическое для зеренъ крахмала. Мы узнаемъ въ нихъ крахмаль, но для этого намъ нѣтъ надобности даже дожидаться, чтобы они выросли; въ зернышкѣ, только-что появившемся въ видѣ точки, мы уже можемъ узнать крахмаль, если прибѣгнемъ къ



Фиг. 31.

*) Фиг. 31, *a*. Крупины хлорофилла: влѣво безъ крахмала, вправо съ крахмаломъ, посрединѣ крахмальныя зернышки отдѣльно.

b. Палочки хлорофилла съ послѣдовательными стадіями образованія крахмала.

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 появленіе крахмала находится въ связи съ разложеньемъ углекислоты, что оно есть его результатъ. Вопервыхъ, 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 необходимо присутствіе углекислоты и условіе ея разложенья — 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 углеводъ, 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 соединений,—ничего этого мы пока не знаемъ, и здѣсь, конечно, не мѣсто вдаваться въ гадательныя толкованія этихъ явленій, не разъясненныхъ еще наукой.

Какъ бы то ни было, наблюдая эти процессы разложенья углекислоты и образованія крахмала, мы не должны забывать, что присутствуемъ при одномъ изъ важнѣйшихъ фазисовъ жизни не только листа, не только растенія, но всего органи-

ческаго міра. Это превращеніе простых неорганических 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 ни встрѣчались, въ растеніи ли, въ животномъ или человѣкѣ, прошли чрезъ листъ, произошли изъ веществъ, выработанныхъ листомъ. Въ листа, или, вѣрнѣе, въ 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, напримѣръ, растворимый сахаръ, который, странствуя изъ клѣточки въ клѣточку достигаетъ отдаленнѣйшихъ частей растенія. Изъ этого сахара образуется клѣтчатка, этотъ твердый остовъ растенія, накопецъ, 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, значить, 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 разсматривали 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 розыскать 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-примѣръ, 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 создается, такъ и теперь мы должны быть напередъ убѣждены, что и сила не создается, не исчезаетъ. И дѣйствительно, какъ химики въ прошломъ столѣтіи пришли къ убѣженію въ неуничтожаемости вещества, такъ физики въ настоящемъ пришли къ убѣженію 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 *проявляется, освобождается* теплота, свѣтъ, электричество,—однимъ словомъ, энергія и на такія, при которыхъ *поглощается, скрывается* энергія.

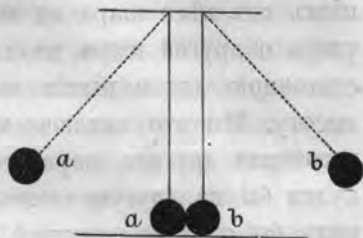
Первыя явленія совершаются сами собою, или нуждаются въ ничтожномъ толчкѣ для того, чтобы совершиться, вторыя,

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 разложеніи, при горѣніи и возстановленіи, мы можемъ пояснить себѣ нагляднымъ образомъ, при помощи слѣдующей простой модели, состоящей изъ двухъ шариковъ, подвѣшенныхъ на ниточкахъ.



Фиг. 32.

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 раздвину и предоставлю самимъ себѣ. Но мы знаемъ, что при ударѣ тѣлъ развивается теплота, а иногда и свѣтъ. Теплота и свѣтъ, развивающіеся отъ удара, отъ невидимыхъ столкновеній между частицами углерода и водорода съ частицами кислорода, и есть та теплота и 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 раздвинуть эти шары, я долженъ приложить силу,

я долженъ затратить извѣстное количество энергіи, такое же количество энергіи, какое проявится потомъ при ударѣ тѣлъ, когда я ихъ предоставляю самимъ себѣ. Это равенство энергіи, затрачиваемой на разложеніе и проявляющейся при соединеніи, легко доказать на нашемъ механическомъ сравненіи. Въ самомъ дѣлѣ, для того чтобы удалить одинъ шаръ отъ другаго, я долженъ его поднять, преодолѣть при этомъ силу тяжести; о количествѣ затраченной на это энергіи я сужу по произведенной мною работѣ, а эта работа измѣряется произведеніемъ 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 другаго шара, то самъ, подобно маятнику, отшатнулся бы на другую сторону на такую же высоту, т.-е. поднялъ 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, старая 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 простаго разложенія, такъ какъ при немъ одновременно происходитъ и соединеніе магнія съ кислородомъ. Химики дѣйствительно долгое время полагали, что разложеніемъ 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 *dissociation* уг-

лекислоты и воды. Теплота, какъ учить современная физика, есть ни что иное какъ движеніе, быстрое, невидимое, но оцущаемое сотрясеніе частицъ тѣла. Нагрѣвая какое-нибудь сложное тѣло до очень высокой температуры, мы приводимъ его частицы въ такое сотрясеніе, до того расшатываемъ ихъ, что, наконецъ, между ними порывается взаимная связь—вызывается разложеніе. Такъ, напримѣръ, при очень высокой температурѣ мы уже не имѣемъ водянаго 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 состояніе напряженія или запаса. Примѣры запаса энергій въ сферѣ механическихъ явленій всякому знакомы: чугунная баба, готовая упасть на вгоняемую въ землю сваю, натянутый лукъ, готовый бросить стрѣлу,—все это вполнѣ понятные случаи запаса энергіи въ видѣ напряженія. Но то же выраженіе на первый разъ звучить 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 горѣнн магніевой 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.

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

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 горѣнію углекислоты образуется 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 свѣтовыхыя 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, впрочемъ 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 бесконечность кругами бѣгутъ свѣтовые волны, съ тѣмъ только различіемъ, что эти волны пробѣгаютъ въ секунду 290,000 верстъ, что они такъ часты и мелки, что на одномъ дюймѣ ихъ помѣщается среднимъ числомъ 50,000. Эти-то, почти немыслимо быстро чередующіяся волны, ударяясь въ листъ о такіе же мелкіе атомы углерода и кислорода, соединенные въ углекислоту, расшатываютъ ихъ, порываютъ связь между ними, кислородъ освобождается, а углеродъ тотъ-

часть вступаетъ въ другія соединенія. Первое изъ нихъ, о существованіи котораго мы узнаемъ при помощи микроскопа,— крахмалъ.

Только что мы видѣли, какъ можно сохранить въ прокъ теплоту и свѣтъ горящаго магнія. То же оправдывается и относительно солнечнаго луча. Просто схватить и спрятать лучъ солнца мы не въ состояніи, но за то 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, свѣтитъ въ лучинѣ нашего крестьянина.

Такъ какъ листъ служитъ главнымъ образомъ для улавливанія свѣта, то намъ становится понятнымъ фізіологическое значеніе его преобладающаго развитія въ плоскости; ему выгодно имѣть плоскую, чѣмъ какую иную форму. Величина всей этой поглощающей свѣтъ листовой поверхности у нѣкоторыхъ растеній до восьмидесяти разъ болѣе занимаемой этимъ растеніемъ 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 природѣ, 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 силы въ органическомъ мірѣ и солнцемъ—этимъ общимъ источникомъ силы. Запасомъ солнечной силы, поглощенной растеніемъ, пользуется не только само растеніе, но и все животное царство и человѣкъ. Мы видѣли, что проростающее зерно нагрѣвается, но откуда же взялась эта теплота? Она произошла отъ дыханія, отъ сжиганія части органическаго вещества, завшаннаго сѣмени материнскимъ растеніемъ. Но вѣдь на обра-

зованіе этого органическаго вещества затрачена была сила солнечнаго луча—слѣдовательно, проростающее въ землѣ сѣмя пользуется теплотой солнечнаго луча, поглощенною взрослымъ растеніемъ. Точно также 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.

Значить, листъ, въ которомъ мы признали уже единственную естественную лабораторію, гдѣ готовится 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 *).

Мы ознакомились съ отправленіемъ зеленаго листа. Всѣ растенія, лишенные зеленыхъ частей, неспособны къ нему, неспособны сами для себя вырабатывать органическое вещество изъ углекислоты, а вынуждены жить насчетъ органическаго вещества, выработаннаго другими растеніями. Таковы, напри-
мѣръ, *грибы*, какъ тѣ, которые мы привыкли называть этимъ 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 чужеродныя растенія, которыя, присасываясь къ стеблямъ или корнямъ другихъ растеній, питаются на ихъ счетъ. Такова, напри-
мѣръ, *заразиха*, появляющаяся на корняхъ конопли, такова *пелюшка*, обвивающаяся вокругъ стеблей хмѣля, льна, клевера,

*) Необходимое условіе—сохранить соразмѣрность всѣхъ частей курса—не дозволяетъ мнѣ дать такое развитіе этой интереснѣйшей главѣ физиологій растеній, какого она можетъ быть заслуживала бы. 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 спеціальнаго труда—*Объ усвоеніи свѣта растеніемъ*. Спб. 1875 г.

присасывающаяся къ нимъ и подъ конецъ совсѣмъ ихъ истощающая. Всѣ эти растенія или имѣютъ вмѣсто листьевъ невзрачныя, не зеленныя 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 силой 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 за то болѣе согласную съ природой и заключающую болѣе строгую мораль. Смыслъ Крыловской басни всякому извѣстенъ. Корни это тѣ—

Чьи работаютъ грубыя руки,
Предоставивъ почтительно намъ
Погружаться въ искусства, въ науки,
Предаваться страстямъ и мечтамъ.

Корни—это тотъ „темный“ людъ.

Кто бредетъ по житейской дорогѣ
Въ безразсвѣтной глубокой ночи.

Листья—это мы, „погружающіеся въ искусства, въ науки“, мы, пользующіеся воздухомъ и свѣтомъ и на досугѣ „предающіеся страстямъ и мечтамъ“. Признавая только за корнями

трудовую, производительную дѣятельность, Крыловъ видитъ въ листьяхъ одинъ блестящій, но бесполезный нарядъ и, выставя имъ на видъ всю пустоту ихъ существованія, требуетъ отъ нихъ, чтобы они хоть были благодарны своимъ корнямъ.

Но справедливо ли такое мнѣніе? Точно ли листья, настоящіе зеленые листья, существуютъ для того только, чтобы шептаться съ зефирами, чтобы давать пріютъ пастушкамъ и пастушкамъ? Точно ли листья одною благодарностью въ состояніи платить корнямъ за ихъ услуги? Мы знаемъ, что это не вѣрно. Мы знаемъ теперь, что листь, 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 исполнѣ лестно.

Но если измѣняется содержаніе басни, измѣняется и ея мораль. Какую же мораль выведемъ мы изъ нашей басни? Мораль 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 порой безпомощно опускаются самыя могучія руки. Какъ листья, мы должны служить для нашихъ корней проводниками свѣта—свѣта науки—того свѣта, безъ котораго нерѣдко погибаютъ во мракѣ самыя честныя усилія.

Если же мы отклонимъ отъ себя это назначеніе, если свѣтъ нашъ будетъ тьма, или если, подобно вымышленнымъ 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 словарѣ природы найдутся для насъ другія, менѣе лестныя сравненія. Грибъ, плѣ-

сень, 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 за то согласная съ законами природы.

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 приспособлена къ твердой средѣ, къ почвѣ, особенно развита въ длину, потому что корень долженъ придти въ прикосновеніе 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 благоприятныхъ 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 вы-

дающуюся роль, опредѣляя общій обликъ растенія, самую физиономію растительности въ данной мѣстности. Всѣмъ знакомо, напримѣръ, 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 собою сближены. Нѣчто подобное же, но въ болѣе-шихъ 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 десятую лѣтъ *) выкидываютъ цвѣточную стрѣлку сажени четыре длиною и напоминающую формой 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 тесмы, однимъ словомъ совершенно измочалившіеся; на краяхъ воронковиднаго пня кое-гдѣ приподымаются вѣточки съ мелкими шишками, напоминающими шишки хвойныхъ. Это — *Wehitchia*, 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—единственная пара листьевъ, которую сохраняетъ растеніе въ теченіи всей своей жизни; умирая съ концовъ, они постепенно возрастаютъ съ основанія и такимъ образомъ достигаютъ такого глубокаго возраста.

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

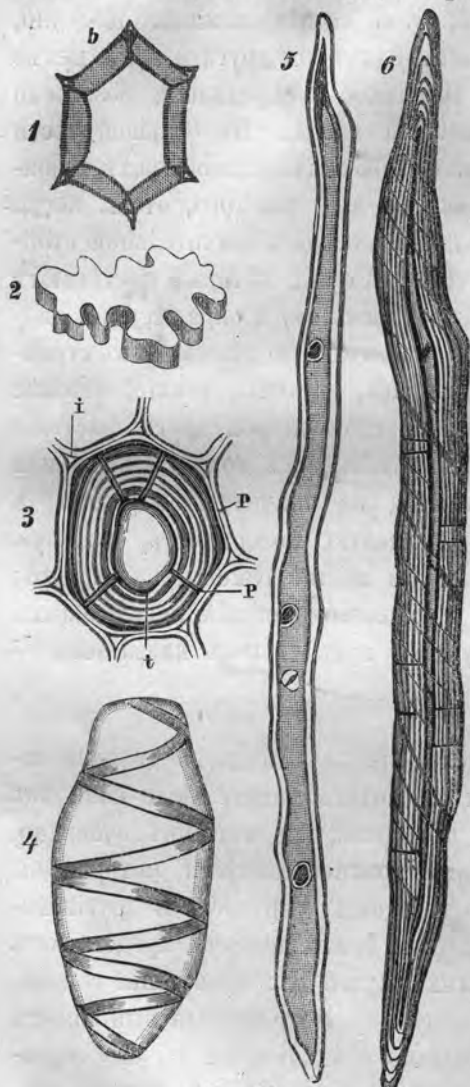
Отъ этихъ приземистыхъ, почти безстебельныхъ растений сдѣлаемъ скачокъ къ стройнымъ, высокимъ пальмамъ, которыя Эндлихеръ прозвалъ *principes*, то-есть князьями растительнаго міра. У нихъ стволъ устремляется вверхъ прямыхъ, отвѣснымъ столбомъ, увѣнчаннымъ на вершинѣ кроной листьевъ, подобно колоннѣ, для которой они, 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 теченіи 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 душлѣ громаднаго каштана, на Этнѣ, приютилась небольшая часовенка, а подъ зеленымъ навѣсомъ баобабовъ укрываются, по словамъ путешественниковъ, цѣлыя караваны.

Таковы размѣры, какіе можетъ принимать 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, чтобы 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 и произвольнымъ, 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. Благодаря правильности расположенія, листья размѣщаются на стеблѣ та-

кимъ образомъ, чтобы по возможности не закрывать, 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 всѣ между собой чередуются, такъ что только девятый листъ прикрываетъ первый, т.-е. самый нижній. Конечно, чѣмъ болѣе листья разставлены одинъ отъ другаго, тѣмъ менѣе они взаимно затѣняются. Но такое распредѣленіе возможно только при извѣстномъ развитіи 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 значительную высоту, соблюдая значительную 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, карабкаются на значительную высоту и производятъ значительную листовую поверхность, которую сами не въ состояніи были бы нести. Таковы, напримѣръ: хмѣль, полевая павилика и множество растеній, населяющихъ тропическіе лѣса и сльвущихъ подъ общимъ названіемъ — *liang*.

Такимъ образомъ, на долю стебля выпадаетъ двоякое отправление: 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 твердость, упругость и другія механическія свойства, а въ то же время долженъ представлять систему каналовъ или другихъ 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, кирпи-

чей, изъ которыхъ выведено зданіе растенія. Стоить 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 интересуеетъ,



главнымъ образомъ, съ механической точки зрѣнія, какъ строительный матеріалъ, и въ этомъ отношеніи главная роль принадлежитъ ея твердому остову — 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. 33, 1). Но такая многогранная форма свидѣтельствуеетъ все же, что клѣточка въ теченіи всей своей жизни развивалась почти равномерно повсѣмъ направленіямъ; если же она будетъ развиваться преимущественно по двумъ направленіямъ, по двумъ осямъ, то получится форма плоская, въ видѣ таблички; такія табличныя клѣточки образуются преимуще-

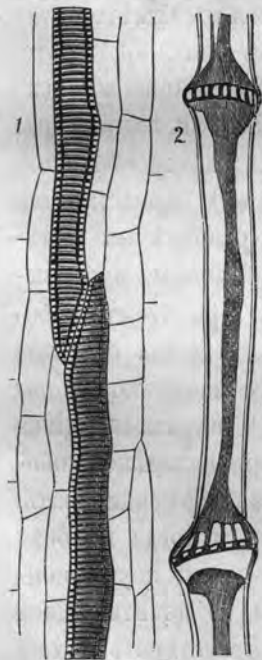
Фиг. 33.

ственно на поверхности органовъ, изъ нихъ состоитъ

кожица, облекающая растенія (фиг. 33, 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. 33, 5 и 6). Изъ такихъ удлиненныхъ волоконъ состоитъ главная масса ствола 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 внѣшнимъ обликомъ; самая стѣнка можетъ представлять очень разнообразное строеніе. То она совершенно равномерна и тонка (какъ на фиг. 33, 1 и 2), то повсемѣстно утолщена, причемъ замѣтно, что она состоитъ изъ концентрическихъ слоевъ (фиг. 33, 6), то, наконецъ, эти внутренніе слои отлагаются не сплошь, а только мѣстами, образуя самыя причудливыя 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 толщю оболочки (фиг. 33, 3). При этомъ любопытно, что каналы въ смежныхъ клѣткахъ всегда соотвѣтствуютъ, такъ что эти пятна, или какъ ихъ называютъ *поры* или *продушины*, ни 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. 33, 4) и пр. Микроскописты обыкновенно съ особою 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 самое недавнее время стали появляться попытки объяснить фізіологическую роль этихъ образований.

Исчисленными двумя обстоятельствами, общимъ очертаніемъ клѣточки и строеніемъ стѣнокъ, еще не исчерпывается все разнообразіе клѣточныхъ образований. Клѣтки еще могутъ сливаться между собой въ болѣе сложные органы, такъ называемые *сосуды*. Сосуды обыкновенно образуются чрезъ продирываніе или совершенное исчезаніе, всасываніе поперечныхъ перегородокъ въ вертикальныхъ рядахъ клѣтокъ. Такъ, напри-



Фиг. 34.

мѣръ, если рядъ клѣточекъ со спиральными утолщеніями потеряетъ поперечныя, разграничивающія ихъ перегородки (фиг. 34, 1), то изъ этого произойдетъ сплошная трубка, такъ называемый спиральный сосудъ (фиг. 35, с). Но иногда, какъ сказано, вертикальные ряды клѣточекъ, превращаясь въ сосуды, не теряютъ вполнѣ своихъ поперечныхъ перегородокъ, а только сообщаются между собой посредствомъ болѣе или менѣе значительныхъ поръ. Любопытна одна форма подобныхъ сосудовъ, въ которыхъ кучки мельчайшихъ поръ собраны на подобіе ситъ или рѣшетъ, откуда и самыя клѣтки получили названіе *ситовидныхъ* или *рѣшетчатыхъ*. На фиг. 34, 2 изображена одна дѣлая такая клѣтка, соединенная съ двумя другими въ сосудъ; ихъ поперечныя стѣнки просверлены мельчайшими порами, представляющими подобіе сита. Чрезъ эти поры протоплазма клѣточекъ

можетъ сообщаться; удалось даже подмѣтить мельчайшія крупинки крахмала, проходившія чрезъ поры, и мы вскорѣ увидимъ, какое важное фізіологическое значеніе представляютъ эти со-

суды. Кромѣ сосудовъ, представляющихъ только длинныя прямыя трубки, встрѣчаются еще и такіе, которые, вѣтвясь и сплетаясь между собой, образуютъ цѣлую сложную сѣтъ 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 подъ названіемъ *каучука*. Всѣ эти млечные соки заключены въ сложной системѣ вѣтвящихся и сплетающихся сосудныхъ трубокъ, разсѣянныхъ по всему растенію, но преимущественно 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 клѣточки, волокна и сосуды. Въ первыхъ происходятъ процессы питанія, то-есть 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, на примѣръ, на фиг. 33, 6). 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, то-есть для сообщенія частямъ растенія необходимой прочности, упругости и пр., при возможной эконо-

ми строительнаго матеріала. Такъ, напр., получился поразительный результатъ, что матеріаль изъ котораго состоятъ эти волокна, въ извѣстномъ отношеніи, почти не уступаетъ желѣзу. Третья категорія—сосуды, служатъ главнымъ образомъ для проведенія соковъ и газовъ, а можетъ быть, какъ увидимъ ниже, исполняютъ и нѣкоторыя другія отправленія.

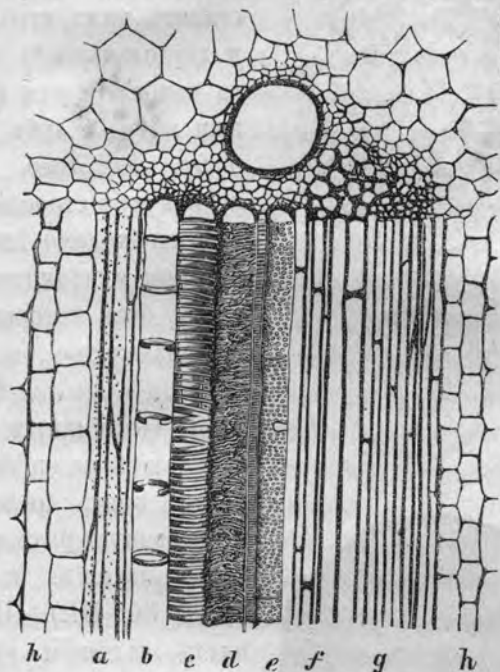
Посмотримъ теперь, какъ распредѣляются въ растеніи эти элементы, столь различные по своему строенію и по отправленію.

Собственно клѣточки образуютъ такъ называемую *соединительную* или *основную* ткань, то-есть 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, листовой мякотью, то-есть 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 листья 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

*) Такой же обработкѣ можно подвергать и другія части растеній и составлять изъ нихъ полупрозрачныя, какъ бы воздушныя букеты (*фантомы*—какъ ихъ называютъ англичане).

пути, по которымъ передается въ растеніи раздраженіе. Если это мнѣніе оправдывается, 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 листѣ, 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. У однихъ, у класса *однодольныхъ* *) растеній, куда относятся,



Фиг. 35.

напримѣръ, наши злаки, а изъ древесныхъ растеній пальмы, эти пучки разбросаны въ основной ткани, какъ это показано (фиг. 36 I.) на поперечномъ сѣченіи. Одинъ такой пучекъ съ окружающею его основною тканью изъ стебля маиса изображенъ въ очень увеличенномъ видѣ въ долекомъ и поперечномъ сѣченіи на фиг. 35 **). Здѣсь ясно видно, что пучекъ

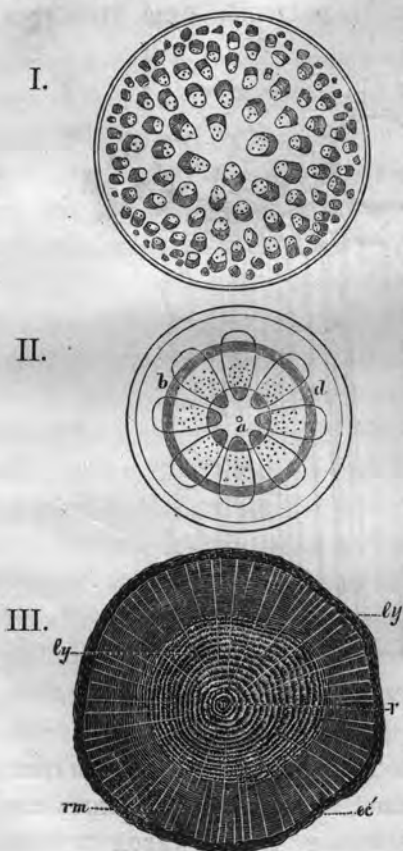
*) Такъ прозванныхъ потому, что у нихъ одна сѣменодоль.

**) Поперечное и долекое сѣченіе чрезъ стебель маиса, представляю-

состоить изъ различныхъ сосудовъ, спиральныхъ (с), сѣтчатыхъ (d), кольчатыхъ (b) и пр., а также волоконъ (а и g), между тѣмъ какъ окружающая ткань состоитъ изъ клѣточекъ (hh). Еще нагляднѣе можно обнаружить это строеніе стебля однодольныхъ, если погрузить отрѣзокъ стебля съ листьями на нѣсколько времени въ какую-нибудь окрашенную жидкость, напр. растворъ фуксина, тогда на поперечномъ разрѣзѣ, подобномъ фигурѣ 36, перерѣзанные пучки выступаютъ въ видѣ красныхъ пятенъ на безцвѣтномъ полѣ основной ткани.

Совсѣмъ иное строеніе представлятъ намъ стебли хвойныхъ и двудольныхъ *) растений, куда относятся всѣ наши древесныя породы: дубъ, липа, кленъ и пр. Для того, чтобы разъяснить себѣ строеніе этихъ стеблей, необходимо вдаваться въ нѣкоторыя анатомическія подробности, безъ которыхъ дальнѣйшее изложеніе было бы непонятно.

И ботаники, и не ботаники отличаютъ на срубѣ дерева три части: кору, древесину, представляющую рядъ концентрическихъ колецъ, и сердцевину (фиг. 36 III.). Но ботаники идутъ далѣе и усматриваютъ здѣсь то же различіе между основною тканью и сосудисто-волокнуистыми пучками, какое мы видѣли такъ ясно выраженнымъ въ стеблѣ однодольныхъ растений.



Фиг. 36.

шее одинъ сосудистый пучекъ съ окружающею основною тканью. Большое отверстіе посрединѣ мелкихъ—просвѣтъ очень крупнаго сосуда.

*) Т.-е. имѣющихъ двѣ сѣменодоли.

Постараемся выяснить 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 36 II *). Таково дѣйствительно строеніе молодаго, однолѣтняго стебля какого-нибудь изъ нашихъ древесныхъ растений; мы видимъ въ немъ основную ткань въ срединѣ кольца сосудистыхъ пучковъ, это *сердцевина* (a); видимъ ее въ формѣ узкихъ, расходящихся лучами отъ сердцевинны прослоекъ въ промежуткѣ между пучками, это — такъ называемые, *сердцевинные лучи*; видимъ ее, наконецъ, снаружи этого кольца, это такъ называемая *первичная кора* (d), 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 полосы, которыя мы замѣчаемъ на фигурѣ 36 III (gm), представляютъ сердцевинные лучи, а болѣе темные 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 пуч-

*) Фиг. 3, I. Стебель пальмы или спаржи. II. Схема стебля одолѣтняго двудольнаго. III. Стебель древеснаго ствола двудольнаго растенія. Всѣ три въ поперечномъ сѣченіи.

**) См. ниже фиг. 49, изображающую небольшой участокъ древесины, пересѣкаемой сердцевиннымъ лучемъ.

ковъ, но не въ этомъ еще заключается ихъ самая выдающаяся особенность. Онѣ отличаются отъ однодольныхъ растений, какъ, напримѣръ, 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 растений кора рѣзко отдѣляется отъ древесины; весной, когда растеніе переполнено соками, она даже легко отстаетъ отъ послѣдней. Не ботаники полагаютъ, а съ полвѣка тому назадъ полагали и ботаники, что между корой и древесиной есть перерывъ, наполненный, въ особенности весной, густою, такъ называемою пластическою 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 фиг. 36 II она изображена темнымъ кольцомъ b. Это кольцо, какъ видно, пересекаетъ поперекъ и сосудистыя пучки, и сердцевинные 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 сосудистыя 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 клѣточекъ какъ въ сторону древесины, такъ и въ сторону коры, но древесина образуется въ бо́льшемъ количествѣ (фиг. 36 lg—древесина, ес—кора) 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 представлятъ эти двѣ части сосудистыхъ пучковъ, раздѣленные образовательною тканью, т.-е. часть древесинная и часть коровая. Въ древесинной части мы встрѣчаемъ почти исключительно

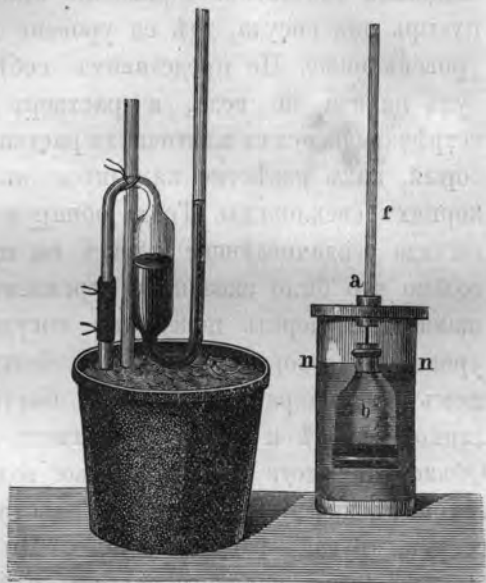
волокна, изображенныя на фиг. 33, 5 и получившія названіе древесинныхъ, и разнообразныя сосуды: пористые, сѣтчатые, спиральныя и др., но никогда не ситовидныя. Въ коровой части находимъ очень удлиненыя волокна съ очень толстыми стѣнками (фиг. 33. 6), подобныя описаннымъ выше волокнамъ прядильныхъ растений, изъ сосудовъ же встрѣчаемъ только описанные выше *ситовидныя* (34, 2). Волокна образуютъ ту часть коры, которая называется *лубомъ*, которая сильно развита, напримѣръ у липы, и даетъ общеизвѣстные продукты—лубки, мочало и лыко. Отъ этого луба и всѣ волокна, имѣющія 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 *первичною 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 ситовидныя сосуды; эту часть, въ отличіе отъ первичной коры, мы назовемъ *вторичною корой*, 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 выработаны 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 живаго 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, впрочемъ, въ старыхъ растеніяхъ она и безъ того нерѣдко отмираетъ, образуется дупло, причемъ позднѣе разложеніе распространяется и на внутренніе, 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 обще 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 не большомъ разстояніи отъ земли и, при помощи каучуковой трубки, надѣваютъ на него простую, загнутую колѣномъ стеклянную трубочку, если желаютъ только собрать и измѣрить количество вытекающей жидкости, или трубочку такой формы какъ показано на фиг. 37 слѣва, если желаютъ узнать съ какою силою выталкивается сокъ изъ разрѣза. Эта двояко изогнутая трубка, наполненная отчасти водою, отчасти



Фиг. 37.

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 водянаго столба, то-есть вода выталкивается изъ разрѣза съ такою силою, 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? Слѣ-

дующій опытъ даетъ намъ отвѣтъ. Возьмемъ небольшой стеклянный колоколъ (фиг. 37 справа, *b*), затащимъ 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 внутреннемъ сосудѣ не произошло бы никакого движенія, разумѣется, подъ условіемъ, чтобы уровни въ наружномъ и внутреннемъ сосудѣ были одинаково при $p=p$, потому что иначе вода подъ 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, прійти къ общему уровню. Растворъ сахара—для большей наглядности мы можемъ его подкрасить—начнетъ быстро подыматься въ стеклянной трубкѣ и вскорѣ достигнетъ значительной высоты (*r*). 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 чрезъ пузырь, чѣмъ сахаръ, слѣдовательно, на основаніи совокупнаго дѣйствія этихъ двухъ причинъ токъ воды во внутренній сосудъ будетъ гораздо быстрѣе тока сахара, отсюда это, сначала непонятное, какъ бы противорѣчащее гидростатикѣ, поднятіе раствора въ трубкѣ. Тотъ же результатъ мы получили бы, 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*.

Быстрота этого явленія при прочихъ равныхъ условіяхъ будетъ зависѣть и отъ площади соприкосновенія двухъ жидкостей; въ нашемъ приборѣ—отъ величины отверстія, затынутаго пузыремъ. Допустимъ, что нашъ приборъ представляетъ подобіе корневой клѣтки, корневаго волоска, вспомнимъ, какъ громадна площадь прикосновенія этихъ волоскомъ съ почвенною водой, и мы легко поймемъ, каковъ долженъ быть совокупный результатъ миллионовъ подобныхъ, хотя бы и микроскопическихъ, приборовъ. Каждая клѣтка жадно всасываетъ воду и чрезъ 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. Но 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 другаго. 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 былинкахъ 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 остріѣ листа, появится новая капелька, и такъ далѣе. Нѣкоторыя растенія представляютъ это явленіе въ еще болѣе рѣзкой формѣ и выделяютъ 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, то-есть когда окружающій воздухъ насыщенъ водянымъ паромъ, постоянно же и въ громадныхъ количествахъ растенія выделяютъ 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 испаряющейся воды мы можемъ различными способами; вотъ одинъ изъ простѣйшихъ и самыхъ точныхъ. Растенія, вмѣстѣ съ окружающимъ корень комомъ земли, пересаживаютъ въ стеклянный или жестяной сосудъ и накрываютъ стеклянною же или жестяною пластиною, въ которой прорѣзано отверстіе для стебля. Такимъ образомъ устраняется испареніе съ поверхности почвы, 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 менѣе листа, испареніе котораго желаемъ изучить, и, защемивъ между ними этотъ листъ (разумеется, осторожно, чтобы не раздавить, но все же такъ, чтобы смазанные саломъ края колоколовъ плотно къ нему прилежали), сдѣлаемъ слѣдующій опытъ. Подъ каждый колоколъ помѣстимъ въ небольшомъ сосудѣ какое-нибудь вещество, жадно поглощающее водяные пары, какова на примѣръ сѣрная кислота, кото-

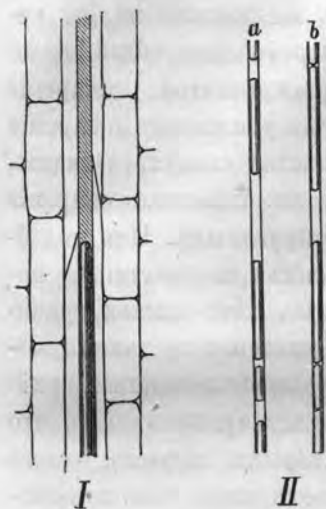
рую мы съ этою именно цѣлью и ставимъ между двойными зимними рамами, чтобы стекла не потѣли. Эта сѣрная кислота будетъ поглощать испаряющуюся изъ листа воду. Вздѣшывая отъ времени до времени эти сосуды съ сѣрною кислотой, мы узнаемъ сколько она поглотила воды. Такимъ образомъ, мы можемъ разрѣшить множество любопытныхъ вопросовъ. Мы узнаемъ, на примѣръ, что сильнѣе испаряетъ нижняя сторона листа, то-есть та, которая, какъ мы видѣли, несетъ устьица*). Оказывается, что въ этихъ устьицахъ мы должны видѣть регуляторы испаренія. Когда растение переполнено водой, щелевидное отверстіе устьицъ широко раскрывается, испареніе усиливается, но какъ только, вслѣдствіе ли усиленнаго испаренія или недостаточнаго притока воды, листья стануть завядать, отверстіе устьицъ суживается, почти закрывается, испареніе ослабляется и растение начинаетъ оправляться. Изъ подобныхъ же опытовъ мы узнаемъ, что листья съ блестящею кожистою поверхностью испаряютъ менѣе, чѣмъ листья травянистые; это намъ объясняетъ почему растенія съ такими кожистыми листьями, повидимому, легче выносятъ знойные, сухіе климаты. Наконецъ, подобные же опыты научаютъ насъ, что молодые листья испаряютъ 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 только въ послѣдніе годы получилъ удовлетворительное разрѣшеніе. Правда, и ранѣе не было недостатка въ объясненіяхъ, но именно это изобиліе объясненій доказывало, что ни одно изъ нихъ не удовлетворяло вполнѣ. Прежде всего необходимо было рѣшить, какимъ путемъ движется токъ воды: въ полостяхъ, или въ стѣнкахъ сосудовъ и сусудовидныхъ клѣтокъ. Противъ перваго предположенія, что сокъ движется въ полостяхъ сосудовъ, представляющихъ, очевидно, простѣйшій путь такъ

*) См. 5 лекцію.

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 ключемъ для объясненія этого явленія. Оказа-

лось, 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. Пригибаютъ какой-нибудь стебелекъ въ сосудъ со ртутью, такъ чтобы часть стебелька находилась подъ ртутью, и *подъ ртутью же* перерѣзаютъ его. Если затѣмъ сдѣлать продольные разрѣзы изъ этого стебля, то убѣдимся, что ртуть, въ видѣ тончайшихъ нитей, проникла въ полости сосудовъ. Всего красивѣе видно это явленіе, если разсматривать микроскопическій препаратъ не въ про-



Фиг. 38.

ходящемъ 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. 38, 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 производятъ

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

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 ни переносили отрѣзанную вѣтвь въ ртуть, мы не получили бы результата. Но если срѣзанную и погруженную концемъ 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 происхожденіе 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. 37 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 чередующіеся съ ней пузырьки воздуха занимаютъ ея мѣсто, увеличиваются въ объемѣ, т.-е., другими словами, разрѣжаются. 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 капль 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 объемѣ (т.-е. воздухъ будетъ разрѣжаться), когда испареніе листьевъ будетъ усиливаться (фиг. 38, П а и б) *). Такимъ образомъ, въ настоящее время, несмотря на долготѣтнія сомнѣнія, роль сосудовъ, какъ водопроводовъ растенія, не можетъ быть долѣе оспариваема. Всаживание воды, конечно, происходило бы такимъ же образомъ, если бы сосуды были наполнены водой, но это чередованіе капель воды и пузырьковъ воздуха имѣетъ еще другое значеніе. Благодаря этому распредѣленію воды, значительные столбы ея не оказываютъ давленія на корень, какъ это было бы въ томъ случаѣ, если бы по всей длинѣ сосудовъ, до самой маковки стебля, тянулись сплошные столбы воды. Доказать причину этого различія было бы трудно, не вдаваясь въ длинныя физическія объясненія, но самый фактъ легко показать. Возьмемъ не очень широкую стеклянную трубку, всосемъ въ нее до половины ея высоты столбъ воды и, заткнувъ верхній конецъ пальцемъ, приведемъ ее въ вертикальное положеніе. Какъ только мы отнимемъ палецъ, — вся вода разомъ вытечетъ изъ трубки. Всосемъ затѣмъ такой же столбъ воды, но въ нѣсколько пріемовъ, такъ чтобы онъ разбился по всей длинѣ трубки на короткіе столбики, чередующіеся съ пузырьками воды. Опрокинувъ трубку, замѣтимъ, что на этотъ разъ вода не вытечетъ. Такимъ образомъ объясняется фактъ, смущавшій въ былое время ученыхъ, почему въ стебляхъ могутъ удерживаться столбы воды значительной высоты, не оказывая давленія на корень.

Узнавъ, что вода движется по сосудамъ, узнавъ и причину

*) На фиг. 38 П а и б 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 б капли воды уменьшились, а пузыри воздуха соотвѣственно увеличились.

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 простествіи 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.

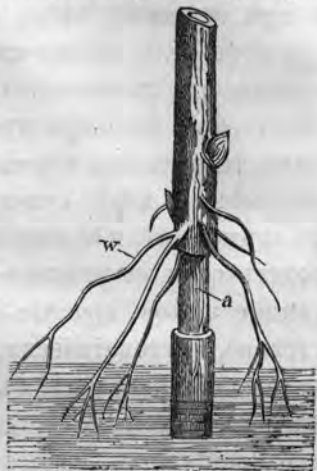
Испареніе листьевъ, отнимая постоянно у воздушныхъ органовъ растенія воду, служить, слѣдовательно, главной причиной поступленія новыхъ количествъ воды изъ стебля и корня. Но спрашивается, почему же мы приписываемъ эту дѣятельность именно листьямъ, а не стеблямъ? Отвѣтъ на это намъ дастъ анатомическое строеніе стебля. Только въ самомъ молодомъ возрастѣ стебель бываетъ снабженъ кожицей, сходною съ кожицей листьевъ, затѣмъ она умираетъ, трескается, отпадаетъ, а подъ нею, въ той части стебля, которую мы называли первичною 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 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 кладетъ предѣлъ этому болѣзненному проявленію. Такъ, напримѣръ, стоитъ 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 испаряють ее въ воздухъ. Только при совокупномъ и равномерномъ исполненіи всѣхъ этихъ отправленій, дѣятельность растенія будетъ вполне 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 другаго 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 наростъ или наплывъ, и изъ этого наплыва начинаютъ пробиваться корешки. Эти корешки, очевидно, должны были образоваться насчетъ 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 приѣмъ, который употребили для опредѣленія пути восходящаго тока. Сдѣлаемъ въ одной вѣтви кольцевую вырѣзку коры вплоть до камбія, какъ это показано на фиг. 39, 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 мы можемъ убѣдиться и другимъ опытомъ: 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, заранее отнимаетъ у этого органа возможность развитія. Слѣдовательно, не подлежитъ сомнѣнію, что питательныя вещества, служація для построенія органовъ, движутся по корѣ. Но кора, какъ мы видѣли, представляетъ сложное строеніе; мы различаемъ въ ней первичную и вторичную кору; по которой же 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 самомъ 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 отправление принадлежитъ послѣднимъ, такъ какъ волокна представляютъ очень толстыя стѣнки и почти полное отсутствіе полости, между тѣмъ какъ ситовидные сосуды представляютъ широкіе каналы, сообщающіеся посредствомъ открытыхъ поръ, чрезъ которыя могутъ проходить



Фиг. 39.

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 ивовой 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, значитъ, питательныя вещества проникаютъ туда какими-нибудь иными путями помимо коры. Это кажущееся противорѣчіе вполне выясняется, когда узнаемъ, что стебель олеандра представляетъ отклоненіе 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 зеленой 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 ключемъ 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 диф-

фузіи, очевидно, притекаетъ именно туда, гдѣ оно принимаетъ перастворимую форму, слагаясь ли въ видѣ запаса на будущее время, или прямо расходуясь на построение 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 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 теченіи нѣсколькихъ лѣтъ запасъ сахара. Однимъ словомъ, нѣтъ почти растительнаго органа, который бы не могъ 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 накаплиются десятками лѣтъ, какъ, напримѣръ, сахаръ въ листьяхъ агавы, и затѣмъ расходуются на образованіе колоссальныхъ цвѣточныхъ органовъ и плода 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*.

*) См. II и III лекціи.

VII.

Р о с т ъ.

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 простаго смертнаго достигнуть такой степени изощренія, 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 остовъ, состоящій, главнымъ образомъ, изъ стѣнокъ его клѣточекъ. Такимъ образомъ, хотя ростъ необходимо предполагаетъ питаніе, но оба эти процесса могутъ происходить и неодновременно, ростъ можетъ происходить и при такихъ условіяхъ, когда одновременное питаніе невозможно, какъ, напримѣръ, 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 отправлений растительной жизни, питанія и роста, въ тѣхъ перечи-

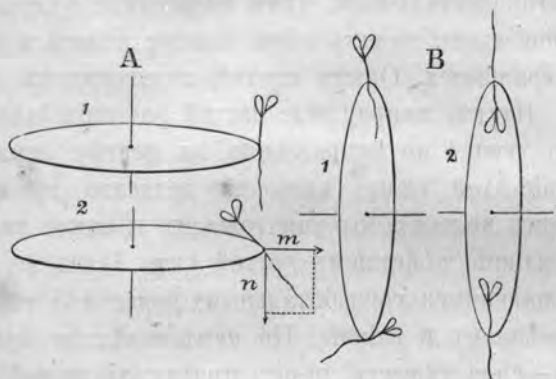
сленныхъ нами въ концѣ прошлой лекціи случаяхъ, когда ростъ происходитъ насчетъ, обильныхъ нерѣдко многолѣтнихъ запасовъ пищи. Мы видѣли также, что во время проростація, увеличеніе размѣровъ ростка не только не обуславливается соотвѣтствующимъ увеличеніемъ въ вѣсѣ, но даже сопровождается постоянною и значительною тратой вещества вслѣдствіе дыханія.

Начнемъ нашъ обзоръ явленій роста съ того момента, когда изъ проростающаго сѣмени выбивается корешокъ и ростокъ, когда одинъ, какъ бы убѣгая отъ свѣта, зарывается въ землю, а другой устремляется въ воздухъ, какъ бы тянется на встрѣчу 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 совершенно противоположную сторону, 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 влажность почвы. Полагали, что стебли тянутся къ свѣту, а корни убѣгаютъ отъ свѣта, и что, слѣдовательно, въ свѣтѣ должно видѣть внѣшнюю силу, обуславливающую 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 проростающія 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 опредѣленнаго положенія ни по отношенію къ свѣту, ни по отношенію къ влажности; постоянно только ихъ положеніе къ горизонту: корень всегда растетъ внизъ, стебель—вверхъ, или, выражаясь точнѣе, такъ какъ это явленіе наблюдается на всѣхъ точкахъ земнаго шара, у насъ также, 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 совершенно противоположномъ направленіи и, такимъ образомъ, взаимно уравновѣсимъ, устранимъ ея дѣйствіе въ болѣе продолжительные сроки времени. Для этого прикрѣпимъ прорастающія сѣмена на ободъ вращающагося колеса (напримѣръ, на колесѣ, приводимомъ въ движеніе небольшою электромагнитною машиной). Если колесо будетъ вращаться въ горизонтальной плоскости (какъ на фиг. 40 А. 1), то, очевидно это не помѣшаетъ корню расти внизъ, стеблю вверхъ. Но если колесо будетъ вращаться въ вертикальной плоскости (фиг. 40 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 не будетъ существовать ни верха, ни низа, ни правой, ни лѣвой стороны; постоянное, направленное въ одну сторону, дѣйствіе силы тяжести будетъ унич-

тожено. 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. 40 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 терпѣть вращаться быстрѣе, Тогда при этомъ разовьется такъ. называемая *центробѣжная сила*, то-есть та сила, которая обнаруживается, когда мы быстро вертимъ въ воздухѣ какое-нибудь тяжелое тѣло, привязанное на концѣ веревки. Эта сила дѣй-



Фиг. 40.

ствуетъ 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, 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 проростающія сѣмена. И дѣйствительно, если мы заставимъ колесо В вращаться съ извѣстной 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. 40 В. 2). Посмотримъ те-

перъ, 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 горизонтальномъ же положеніи колесъ дѣйствуютъ обѣ силы. Подъ вліяніемъ одной силы тяжести корень направился бы, какъ показываетъ стрѣлка *n* (фиг. 40. 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 явленіе; измѣняя это вліяніе дѣйствіемъ другой силы (какъ въ опытѣ съ быстро-вращающимся горизонтальнымъ колесомъ), мы соотвѣтственно 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, противоположному дѣйствію силы.

Значить, 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 собой понятно, но какъ понять, что стебель, подъ вліяніемъ той же силы тяжести, стремится напротивъ уда-

лится отъ центра земли? А между тѣмъ, таковъ, въ дѣйстви-
тельности фактъ. Не только вертикально поставленный стебель
продолжаетъ расти въ этомъ направленіи, но даже горизон-
тально положенный стебель приподнимается, изгибаясь кру-
тымъ колѣномъ. Вотъ небольшой ростокъ кресса, который я
положилъ нѣсколько часовъ тому назадъ плашмя на стеклян-
ную пластину (а, b. Фиг.

41); какъ видите, его сте-
белекъ заворотился кверху

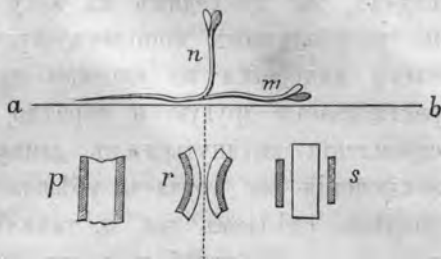
и изъ положенія *m* при-
шелъ въ положеніе *n*. Вотъ

еще цѣлая щетка кресса,
выращеннаго на кускѣ вой-

лока; сначала войлокъ ле-
жалъ горизонтально, за-

тѣмъ я его поставилъ на ребро, затѣмъ верхомъ внизъ, затѣмъ на
другое ребро, и снова горизонтально, такимъ образомъ, сте-
белки четыре раза мѣняли свое положеніе относительно го-
ризонта и, описавъ цѣлый кругъ, извернувшись петлею, про-
должаютъ расти вверхъ. Очевидно, стебель, подъ вліяніемъ
силы тяжести, изворачивается по направленію, противополож-
ному дѣйствию тяжести. Какъ это себѣ объяснить? При этомъ
объясненіи мы, понятно, должны постоянно имѣть въ виду не
только стебель, но и корень. Удовлетворительнымъ можно при-
знать 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.

Посмотримъ же, какое объясненіе мы можемъ дать для
явленія заворачиванія кверху стеблей. Для этого прежде озна-
комимся съ однимъ любопытнымъ свойствомъ растительныхъ
органовъ, съ явленіемъ такъ называемаго *напряженія тканей*.
Вырѣжемъ изъ средины молодого растущаго стебля продоль-
ный ломтикъ, какъ изображено на фиг. 41 *p*, гдѣ затушеван-
ная часть представляетъ кожицу и кору. Смочимъ этотъ лом-



Фиг. 41.

тикъ водой, чтобы онъ не засохъ, и острымъ ножомъ разрѣжемъ его вдоль пополамъ. Обѣ половинки тотчасъ изогнутся какъ показано на фиг. 41, *r*. Это искривленіе можетъ произойти только вслѣдствіе того, что наружная часть каждой половинки сдѣляется короче или внутренняя сдѣляется длиннѣе, чѣмъ была, или отъ того и другаго 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. 41 *s*). Тогда мы дѣйствительно замѣтимъ, что средняя часть вытянется, станетъ длиннѣе, чѣмъ была при *p*, а наружныя 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 и стойкостью. Сами по себѣ, ткани, состоящія изъ тончайшихъ клѣточныхъ стѣнокъ и жидкостей, не могли бы представить этихъ свойствъ. Только когда клѣточка переполнена жидкостью и стѣнки, вслѣдствіе этого растянуты, только тогда, когда внутреннія ткани органа напрягаютъ наружныя, и сами сжимаются имъ, только тогда органъ становится упругимъ, не легко перегибается, не поникаетъ само собою, какъ это мы замѣчаемъ въ завядающихъ стебляхъ, въ которыхъ, вслѣдствіе недостатка воды, ослабляется напряженіе оболочекъ отдѣльныхъ клѣтокъ и взаимное напряженіе тканей.

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 перехва-

тываю 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 клѣточки, переполненной соками, или стебля, котораго наружныя части находятся подъ внутреннимъ давленіемъ, быстрѣе ея растущихъ, внутреннихъ частей.

Посмотримъ, какое же отношеніе, все до сихъ поръ высказанное, имѣетъ къ возбужденному намъ 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. Не только въ цѣломъ органѣ, но въ каждой отдѣльной клѣточкѣ мы можемъ мысленно различать верхнюю и нижнюю часть. Къ нижней части питательные соки, очевидно, будутъ притекать обильнѣе; она будетъ расти, вытягиваться быстрѣе верхней. Эти соображенія, справедливыя въ примѣненіи къ отдѣльной клѣточкѣ, еще справедливы въ примѣненіи къ сложному органу, къ стеблю. 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 лежачаго стебля кверху происходитъ въ части, наиболѣе быстро растущей. Въ частяхъ, уже завершившихъ свой ростъ, подобное явленіе невозможно. Слѣдовательно,

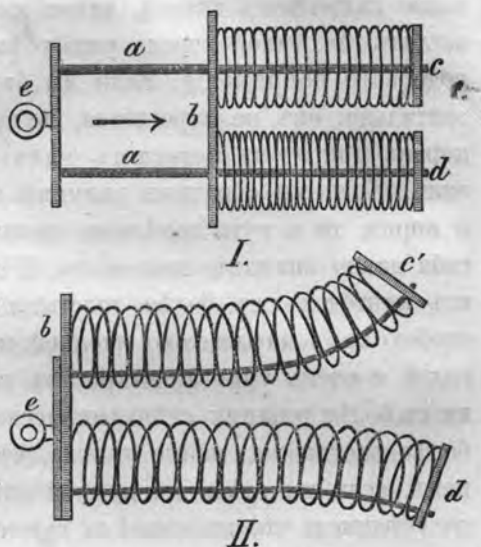
*) Само собою очевидно, что сопротивленіе растяженію, оказываемое верхнею половиною кожицы, будетъ сильнѣе, потому что она какъ бы дѣйствуетъ на большое плечо рычага, между тѣмъ какъ нижняя—на малое (см. фиг. 42. II с').

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 кверху. По прошествіи извѣстнаго времени расколемъ 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, вызывая усиленный ростъ нижней стороны стебля, выпрямляетъ, возвращаетъ его къ отвѣсному положенію.

Намъ теперь вполне понятно, почему, подъ вліяніемъ силы тяжести, стебель изгибается въ направленіи, противоположномъ дѣйствію этой силы. Но теперь рождается вопросъ, почему же не происходитъ того же съ корнемъ? Какъ видите, при болѣе внимательномъ изученіи явленія, вопросъ совершенно извратился. Въ началѣ 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. 42. I с и d), соединенные спиральными пружинами съ поперечнымъ брускомъ b. Чрезъ отверстія въ этомъ брускѣ пропущены два гибкіе каучуковые прута (a, a), соединенные поперечной рукояткой (e). Концами сво-

ими они упираются въ срединѣ кружковъ с и d. 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 натягивающіяся пружины — медленнѣе растущія и растягиваемыя ростомъ внутреннихъ частей, наружныя ткани этихъ органовъ. Такимъ движеніемъ мы изображаемъ ростъ симметрическій и

происходящее отъ него напряжение тканей; постараемся, при помощи той же модели, изобразить ростъ не симметрическій, напр. ростъ, вызываемый дѣйствіемъ силы тяжести, причѣмъ быстрѣе растутъ 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. 42, II *).



Фиг. 42.

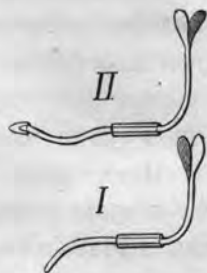
Вдвигая, какъ прежде, ручьятку, замѣтимъ совсѣмъ иной результатъ; между тѣмъ какъ нижняя спираль будетъ удлиняться въ прямомъ направленіи или даже подъ вліяніемъ собственной тяжести отвисать внизъ (d'), верхняя — изогнется болѣе или менѣе крутою дугою вверхъ (c'). Результатъ этотъ очень просто объясняется 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

*) Фиг. 42. Модель, показывающая искривленіе стебля вверхъ, а корня внизъ подъ вліяніемъ неравномѣрнаго роста органовъ, вызываемого дѣйствіемъ силы тяжести.

неравноѣрное, не симметрическое давленіе проявляется замѣтнымъ искривленіемъ только тогда, когда наступаетъ извѣстная степень взаимнаго напряженія частей. Очевидно, то же примѣнимо и къ росту; неравноѣрный, не симметрический 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 поникнетъ, между тѣмъ какъ корень при этомъ повиснетъ какъ стебель, который уже завялъ. Если мы обратимъ вниманіе на строеніе кожицы, стебля и корня, то и тутъ замѣтимъ разницу, которая обратила на себя давно вниманіе анатомовъ. У стеблей кожица состоитъ изъ клѣточекъ съ болѣе толстыми стѣнками и еще покрыта особою такъ называемою пленкой, которая трудно смачивается водой и очень упруга; напротивъ, кожица корня имѣетъ клѣтки съ болѣе тонкими стѣнками, легко всасываетъ воду и потому болѣе растяжима, менѣе упруга, чѣмъ кожица 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. 41, *r*), то не замѣтимъ заворачиванія половинокъ; если разрѣжемъ его на три части (41, *s*), то не замѣтимъ удлинненія 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 вполне объясняется отсутствіемъ въ немъ необходимаго для того механическаго условія: въ немъ нѣтъ соотвѣтствующаго напря-

женія тканей. Тѣмъ не менѣе, предлагаемое нами объясненіе основывается на предположеніи, что и корень, подобно стеблю, подѣ влияніемъ силы тяжести, растетъ быстрѣе въ своей нижней части и что только за отсутствіемъ необходимаго напряженія тканей этотъ неравномѣрный ростъ не можетъ проявиться въ формѣ искривленія вверхъ и даже, вслѣдствіе тяжести всего органа, обнаруживается искривленіе обратное, т.-е. внизъ. И дѣйствительно, не трудно доказать, что и корень, при извѣстныхъ условіяхъ, растетъ быстрѣе въ своей нижней части. Для этого сравнимъ ростъ корня, конецъ котораго совершенно свободенъ съ ростомъ корня, закрѣпленнаго въ двухъ точкахъ. Въ первомъ случаѣ (фиг. 43, I), по прошествіи нѣсколькихъ часовъ, онъ представитъ обычное искривленіе выпуклой стороной вверхъ, во второмъ случаѣ (фиг. 43, II*)—искривленіе выпуклой стороной внизъ. Изъ сравненія этихъ двухъ опытовъ, очевидно, слѣдуетъ, что и въ корнѣ ростъ преобладаетъ въ нижней части и что только *вопреки* этому росту, за отсутствіемъ въ органѣ необходимаго напряженія тканей, не проявляется искривленія вверхъ и даже, подѣ влияніемъ тяжести свободного конца, корень перегибается внизъ (подобно тому, какъ мы это видѣли относительно пружины d, изображающей въ нашей модели корень).



Фиг. 43.

Подводимъ итогъ тѣмъ заключеніямъ, къ которымъ насъ приводитъ изученіе дѣйствія земнаго притяженія на растеніе. Эта сила, очевидно, оказываетъ на живое растеніе двоякое вліяніе: она дѣйствуетъ на всю массу органа и на свободно двигающіяся частицы питательныхъ веществъ (и воды). Въ первомъ случаѣ она вызываетъ склоненіе цѣлыхъ частей растенія по направленію къ центру земли, во второмъ случаѣ, притя-

*) Фиг. 43. II. Корешокъ кресса, пропущенный чрезъ стеклянную трубочку и упирающійся концомъ въ стеклянный же колпачекъ. Искривленіе, вызванное ростомъ, показываетъ намъ преобладающій ростъ нижней части. I. Корешокъ, подѣ вліяніемъ тяжести свободного конца, перегибается дугой внизъ.

гивая въ этомъ же направленіи частицы питательныхъ веществъ, она вызываетъ неравномѣрный ростъ, который можетъ имѣть послѣдствіемъ заворачиваніе цѣлаго органа въ направленіи обратномъ, то - есть его удаленіе отъ центра земли. Но это послѣдствіе обнаруживается (какъ мы старались это пояснить на сравненіи съ пружинами) въ органахъ, въ которыхъ существуетъ извѣстное напряженіе частей, каковъ стебель, не обнаруживается въ органахъ, въ которыхъ не существуетъ подобнаго напряженія, каковъ корень.

Таково нѣсколько сложное объясненіе, которое мы въ настоящее время можемъ предложить для столь, повидимому, простаго факта, какъ ростъ стебля вверхъ, а корня внизъ *).

Посмотримъ теперь, какія еще внѣшнія условія вліяютъ 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.

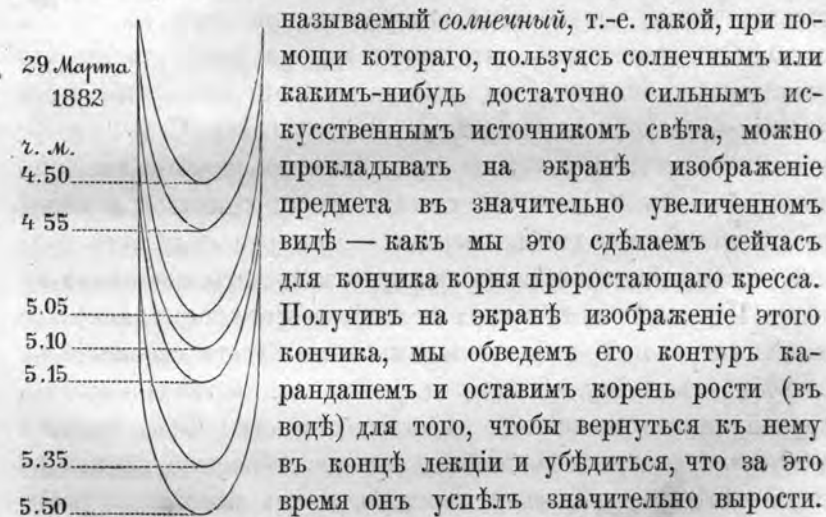
Въ правѣ ли мы вывести изъ этого заключеніе, что свѣтъ не вліяетъ на ростъ? Ни мало; простѣйшій опытъ намъ покажетъ какъ значительно это вліяніе. Поставимъ проростать сѣмена кресса въ двухъ горшкахъ въ совершенно одинаковой почвѣ, но одинъ помѣстимъ въ темноту, а другой оставимъ въ свѣтломъ мѣстѣ. Различіе не замедлитъ обнаружиться. Крессъ, выросшій въ темнотѣ, будетъ гораздо, иногда разъ

*) Специалисты-ботаники, напротивъ, вѣроятно, сочтутъ его слишкомъ простымъ и смѣлымъ; пожалуй, даже заподозрятъ въ устарѣлости; но что же дѣлать, если новѣйшіе изслѣдователи этого вопроса, нагромоздивъ массу частныхъ случаевъ, дурно разъясненныхъ, взаимно противорѣчащихъ, не связанныхъ общою идеей, скорѣе способствовали затемненію, чѣмъ разъясненію основныхъ законовъ этого явленія. На мой взглядъ, выставленныя ими затрудненія не таковы, чтобы необходимо было отказаться отъ предлагаемаго объясненія.

въ десять, длиннѣе выросшаго на свѣтѣ, но за то стебельки эти будутъ тонкіе, хилые, многіе изъ нихъ полягутъ. Сѣмена, проросшія на свѣтѣ, дадутъ стебли короткіе, но болѣе здоровые, толстые и упругіе. Значить, свѣтъ не остается безъ вліянія на ростъ, или правильнѣе, удлиненіе стеблей, но это вліяніе будетъ, повидимому, не ускоряющее, не способствующее, а напротивъ — *уменьшающее*. 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 можемъ вывести объясненіе этого явленія — наклоненія стеблей на встрѣчу 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 на встрѣчу 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 *гелиотропизма*.

Но если свѣтъ задерживаетъ ростъ, 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 пріемовъ 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, то-есть увеличивать предметъ наблюденія, или обратиться къ другому приему, который будетъ обнаруживать въ увеличенномъ видѣ не самое растеніе а лишь то движеніе, которое мы называемъ ростомъ. Микроскопъ для этой цѣли всего удобнѣе употреблять такъ



Фиг. 44.

называемый *солнечный*, т.-е. такой, при помощи котораго, пользуясь солнечнымъ или какимъ-нибудь достаточно сильнымъ искусственнымъ источникомъ свѣта, можно прокладывать на экранѣ изображеніе предмета въ значительно увеличенномъ видѣ — какъ мы это сдѣлаемъ сейчасъ для кончика корня проростающаго кресса. Получивъ на экранѣ изображеніе этого кончика, мы обведемъ его контуръ карандашемъ и оставимъ корень расти (въ водѣ) для того, чтобы вернуться къ нему въ концѣ лекціи и убѣдиться, что за это время онъ успѣлъ значительно вырасти. А вотъ пока (фиг. 44) изображеніе послѣдовательныхъ силуэтовъ корня пшеницы, который наблюдался въ теченіи часа, почти черезъ каждыя 5 минутъ *).

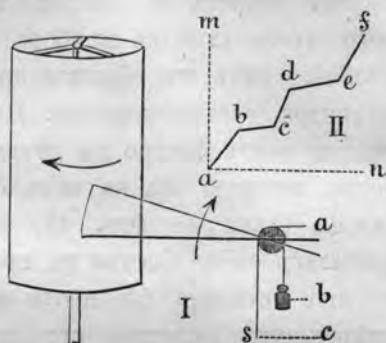
Чувствительность этого приема, какъ видно изъ приведеннаго

*) Таковы упомянутыя въ предшествовавшей лекціи цвѣточные стрѣлки агавы, которыя вырастаютъ на нѣсколько дюймовъ въ сутки, таковы же спирально скрученныя цвѣточные ножки валиснеріи—растенія коротко знакомаго всѣмъ любителямъ комнатныхъ акваріевъ.

*) Фиг. 44 — изображенія послѣдовательныхъ контуровъ пшеничнаго корешка, увеличенное при помощи микроскопа, соединеннаго съ *ционтикономъ*.

примѣра, не оставляетъ ничего желать, но онъ былъ бы менѣе удобенъ если бы мы желали его примѣнить къ изученію роста болѣе крупныхъ частей, напр., цѣлыхъ растений, 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 состоять изъ стрѣлки, прикрѣпленной къ оси небольшого блока (фиг. 45, I, a).

Черезъ блокъ перекинута шелковинка, на одномъ концѣ которой подвязана гирька (b), а на другомъ маленькій крючечекъ изъ тонкой проволоки (c). Подхвативъ этимъ крючечкомъ верхушку какого-нибудь стебля (маленькая ранка отъ этого укола не сдѣлаетъ ему вреда), дадимъ гирькѣ свободно повиснуть по другую сторону блока и натянуть шелковинку. Предста-

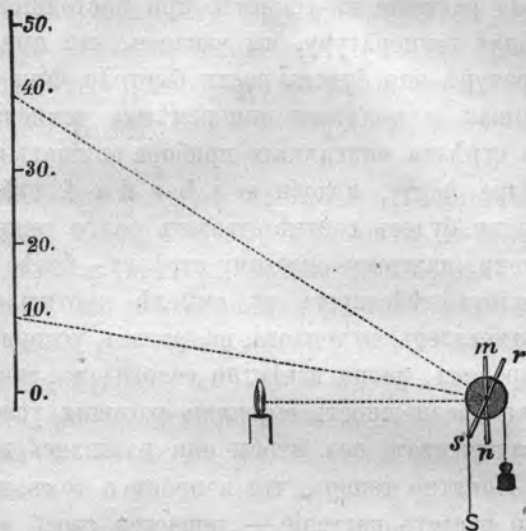


Фиг. 45.

вимъ теперь, что нашъ стебель выросъ на ничтожную величину; какими это будетъ сопровождаться послѣдствіями? Выростая, стебель отпуститъ немного шелковинку и гирька понизится на столько, на сколько выросло растеніе; при этомъ шелковинка, плотно прилегающая къ блоку, вслѣдствіе тренія заставить 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 полупоперечникъ блока. Въ нашемъ приборѣ полупоперечникъ 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. Стоитъ 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 коптою. Понятно, что если цилиндръ вращается очень быстро, въ сравненіи съ движеніемъ стрѣлки, то черта, которую она на немъ оставитъ, будетъ почти горизонтальна (какъ *an* фиг. 45, 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, дозволилъ бы показать это явленіе роста цѣлой аудиторіи, то мы прибѣгаемъ къ нѣсколько 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. 46—*mn*). Если противъ этого зеркальца поставить лампу или свѣчу, то лучъ свѣта отраженный зеркаломъ, образуетъ гдѣ-нибудь на стѣнѣ свѣтлое пятно, такъ называемый зайчикъ. Крючекъ на концѣ шелковинки точно также соединенъ съ расте-



Фиг. 46.

нiемъ и понятно, что малѣйшiй приростъ и связанное съ нимъ малѣйшее вращенiе блока съ прикрѣпленнымъ къ нему зеркальцемъ будетъ вызывать значительное перемѣщенiе свѣтоваго зайчика. Если стрѣлка давала увеличенiе во сто разъ, то этотъ приборъ съ зеркальцемъ можетъ дать увеличенiе въ нѣсколько тысячъ или, вообще говоря, какое угодно увеличенiе, такъ какъ оно зависитъ только отъ разстоянiя зеркальца отъ стѣны. Для того, чтобы можно было удобнѣе и точнѣе судить о перемѣщенiи свѣтлаго пятна, на стѣнѣ начерчены крупныя дѣленiя. Запомнимъ на какой чертѣ находится оно теперь, оно падаетъ какъ разъ на цифру 10, и оставимъ растение, въ настоящемъ случаѣ побѣгъ спаржи, спокойно расти для того, чтобы вернуться къ нему въ концѣ бесѣды.

Обладая такими совершенными средствами для изученiя роста, ботаники были въ состоянiи разъяснить цѣлый рядъ во-
жизнь растенiя.

просовъ, касающихся этого явленія. Такъ, напримѣръ, выяснилась причина прежнихъ противорѣчій относительно времени, когда происходитъ ростъ, 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 растение въ темнотѣ, при постоянной влажности, 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 отлогому 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 растетъ растение — лишается своей кажущейся простоты. Ночью темно, но за то обыкновенно холоднѣе, днемъ свѣтло, но за то 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.

Выше 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 въ

недавнее время открытію, что и *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 данномъ случаѣ можетъ брать верхъ или одно дѣйствіе и органъ будетъ склоняться къ свѣту, или другое — и органъ будетъ уклоняться отъ свѣта.

Познакомившись съ вліяніемъ главнѣйшихъ внѣшнихъ дѣятелей: свѣта, тепла и притяженія земли, постараемся теперь вникнуть 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 клѣточки, а затѣмъ представляетъ ихъ миллионы. Очевидно, что ростъ цѣлаго растенія зависитъ отъ двухъ явленій — отъ роста клѣточекъ и отъ ихъ размноженія.

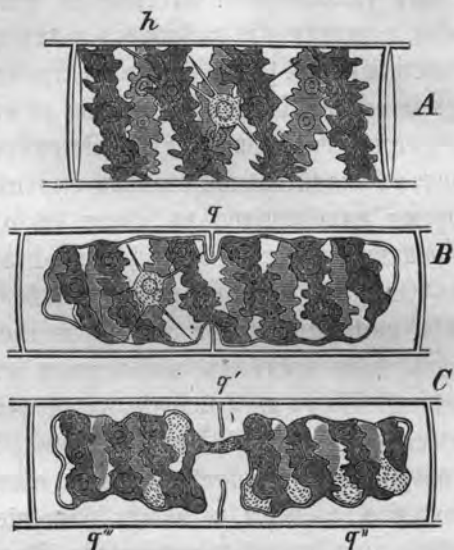
Не можемъ ли мы подсмотрѣть, какъ происходятъ эти явленія роста и размноженія клѣточекъ, обусловливающія общій ростъ растенія. Для этого необходимо выбрать удобный матеріалъ, то-есть такой органъ или организмъ, въ которомъ мы могли бы наблюдать живую клѣточку, нисколько не потревоживъ ее. Подобный, въ высшей степени удобный, матеріалъ представляютъ намъ нитчатые 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

кѣточекъ. Фигура 47 сверху изображаетъ одну такую кѣточку водоросли, представляющей очень характеристическую форму того зеленого вещества, которое мы назвали хлорофилломъ и отъ котораго зависитъ зеленый цвѣтъ растенія. Онъ образуетъ здѣсь зеленныя ленты, спирально обвивающіяся вокругъ внутренней поверхности кѣточной стѣнки. Отсюда ея латинское названіе *Spirogyra*. Кромѣ этой особенности, кѣточки спирогиры ничѣмъ не отличаются отъ знакомаго намъ типа кѣточекъ; мы встрѣчаемъ въ нихъ ту же стѣнку изъ кѣтчатки, въ полости протоплазму и сокъ, а посрединѣ ея, словно паукъ среди своей паутины, соединенное со стѣнкой тончайшими нитями протоплазмы, помѣщается ядро. 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, напимѣрь, убѣждаемся, что въ отсутствіи свѣта кѣточки растутъ или, вѣрнѣе, удлиняются быстрѣе, чѣмъ при свѣтѣ. Такое же угнетающее вліяніе оказываетъ, повидимому, свѣтъ и на размноженіе кѣточекъ; 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 кѣточкой первые изслѣдователи должны были вооружиться терпѣніемъ и просидѣть надъ ней часть ночи или же откладывая, положимъ, каждый часъ по экземпляру нити въ спиртъ, могли потомъ наблюдать послѣдовательныя стадіи процесса на различныхъ кѣточкахъ *). Теперь того же результата достигаютъ проще: стоитъ 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 содержаемаго одной кѣтки надвое.

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

Происходит 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. 47, В. q). Для того, чтобы ясно увидѣть эти отросточки, подѣйствуемъ на клѣточку спирогиры густымъ растворомъ сахара или соли; при этомъ протоплазма, вмѣстѣ съ остальнымъ содержимымъ клѣтки, отстанетъ отъ стѣнки, сѣжится (какъ это показано на фиг. 47, В) и отросточки стѣнки, вдающіеся

внутри клѣтки, обнаружатся съ большею ясностью. 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. Значить, это не два простыхъ шипика, какъ могло показаться съ перваго раза, а цѣлое кольцо,



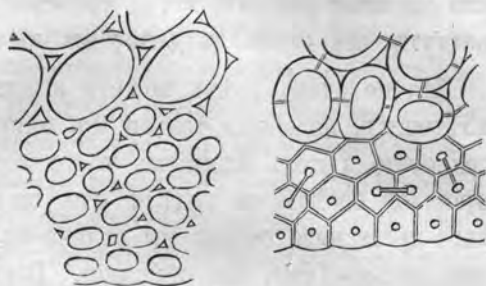
Фиг. 47.

перехватывающее внутренность клѣточки. Если мы будемъ слѣдить за одною и тою же клѣточкой, то замѣтимъ, что этотъ кольцеобразный перехватъ будетъ все далѣе и далѣе вростать въ клѣтку, перетягивая пополамъ ея содержимое, такъ что если въ это время подѣйствовать на него солью и проч., то оно приметъ форму стариннаго кошелька (фиг. 47, С). Около этого времени, вмѣсто одного срединнаго ядра, усматриваются въ клѣточкѣ два ядра (одно изъ нихъ видно на фиг. 47, В). Наконецъ, кольцеобразный перехватъ 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 перегородкой изъ такой же клѣтчатки, изъ какой состоятъ и наружныя стѣнки. Съ каждою изъ вновь образовавшихся клѣточекъ, по достиженіи ею полного возраста, происходитъ такой же процессъ дѣленія и такъ далѣе и далѣе; въ результатѣ изъ одной клѣточки образуется цѣлый рядъ, цѣлая нить. Таковъ этотъ процессъ дѣленія, вызывающій размноженіе клѣточекъ и ростъ цѣлаго органа.

Мы получаемъ, такимъ образомъ, объясненіе, почему растенія удлинняются быстрѣе въ темнотѣ: это зависитъ отъ того, что и удлинненіе клѣточекъ и ихъ дѣленіе, два явленія, опредѣляющія общій ростъ органовъ, происходятъ 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 (то-есть стеблями, выросшими на свѣтѣ и въ совершенной темнотѣ, должно обнаруживаться, въ меньшей, конечно, степени, и 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 въ содержаніи 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-называемой 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 вытянувшіяся, но слабыя, не стойкія соломины. Подвергнувъ сравнительному микроскопическому изслѣдованію подобныя соломины и соломины, здоровыя, нормальныя, можно было усмотрѣть слѣдующую разницу: у первыхъ клѣточки были замѣтно длиннѣе, но за то стѣнки ихъ были значительно тоньше, чѣмъ у послѣднихъ, у которыхъ



Фиг. 48.

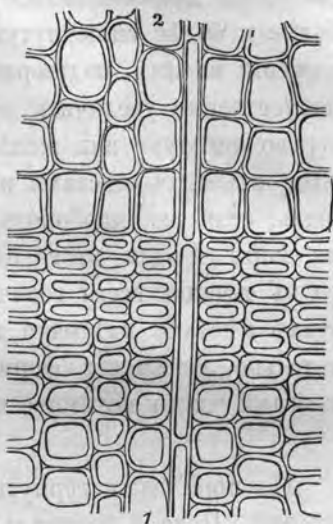
клѣточки были болѣе короткія и толстостѣнныя. Значить, свѣтъ, собственно говоря, не задерживаетъ роста, но, повидимому, измѣняетъ только его направленіе; стѣнки клѣточки, вмѣсто того, чтобы разрастаться, раздаваться по всѣмъ направленіямъ,—утолщаются. То же различіе оказалось и при микроскопическомъ сравненіи соломины здоровой и соломины полегшей, какъ это можно видѣть изъ сравненія двухъ кусочковъ поперечныхъ разрѣзовъ соломины нормальной (фиг. 48 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 полоски, соединяющія полости нѣкоторыхъ смежныхъ клѣточекъ—каналы поръ, какъ на фиг. 33, 3). Соотвѣтственно съ этимъ утолщеніемъ стѣнокъ, клѣточки на продольномъ сѣченіи у соломины нормальнаго вида значительно короче. Слѣдовательно, въ слишкомъ быстромъ вытягиваніи соломинъ, сопряженномъ съ недостаточнымъ утолщеніемъ стѣнокъ и зависящимъ отъ взаимнаго затѣненія густо стоящихъ соломинъ, мы должны видѣть настоящую причину полеганія хлѣбовъ, а средство для предотвращенія этого вреднаго явленія, вѣроятно, найдется въ болѣе рѣдкомъ или рядовомъ сѣвѣ, причемъ каждая соломина будетъ получать достаточно свѣта для своего нормальнаго развитія. Приведенные факты заставляютъ насъ сдѣлать еще ограниче-

ніе въ ходячихъ понятіяхъ о ростѣ растенія. Мы уже видѣли, что ростъ не всегда значить увеличеніе массы—при проростаніи увеличеніе объема сопровождается потерей вѣса. Теперь мы убѣждаемся, что ростъ не всегда значить удлинненіе 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 подѣ вліяніемъ чисто механическихъ причинъ. Въ прошлой бесѣдѣ мы видѣли, что на поперечномъ сѣченіи любого древеснаго ствола мы отмечаемъ такъ называемыя годичныя кольца (фиг. 36 нижняя). Всего яснѣе эти годичныя кольца у хвойныхъ, напримѣръ, у сосны. Причина этихъ колець, 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, применили ряды новыхъ клѣточекъ, ничѣмъ отъ нихъ не отличающихся, то между сосѣдними слоями не было бы отличія, граница была бы не замѣтна, всѣ они сливались бы въ одну сплошную массу. Слои потому только ясно между собою разграничены, что древесина, отлагающаяся весной, рѣзко отличается отъ древесины, отложившейся предшествующей 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. 49) изображенъ маленький кусочекъ древесины сосны, поперечный разрѣзъ зажигательной спички; на немъ посрединѣ, поперекъ про-

ходить граница двухъ годовичныхъ слоевъ *). Въ нижней половинѣ лежитъ часть весеннихъ клѣточекъ и всѣ осеннія клѣточки, скажемъ, предшествовавшего года, въ верхней половинѣ—весеннія клѣточки настоящаго года. Легко усмотрѣть какъ рѣзокъ переходитъ отъ осеннихъ клѣточекъ къ весеннимъ слѣдующаго непосредственно года; у однѣхъ форма сплюснутая, стѣнка толстая, просвѣтъ полости малъ и узокъ; у другихъ форма 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 явлениями такъ называемаго продольнаго напряженія, то-есть 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 этой 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, давитъ на древесину—не трудно убѣдиться. Сдѣлаемъ только продольный надрѣзъ ножомъ и увидимъ, что рана сдѣлается зияющею, губы ея широко раскроются; или еще лучше, срѣжемъ кольцо коры и въ ту же минуту (не давая, слѣдовательно, ей засохнуть) приложимъ ее къ



Фиг. 49.

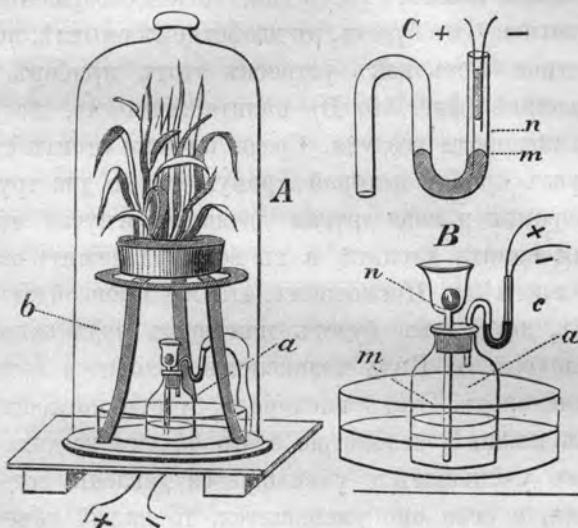
*) Продольная полоса, дѣлящая разрѣзъ на двѣ части, правую и лѣвую—сердцевинный лучъ (см. предшеств. бесѣду).

тому же мѣсту, замѣтимъ, что края уже не сомкнутся, и никакими усилями мы не будемъ въ состояніи ихъ сблизить. Значитъ, кора желѣзнымъ кольцомъ давитъ 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 теченіи 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 теченіи всего годичнаго періода будемъ получать въ этихъ мѣстахъ клѣточки, подобныя весеннимъ. Таковы, слѣдовательно, измѣненія формы клѣточки, которыя могутъ быть вызваны чисто механическими причинами.

Но пора намъ вернуться къ нашему крессу и къ нашей спаржѣ. Пока я говорилъ, вы могли замѣтить, какъ свѣтлый зайчикъ упорно ползъ вверхъ по стѣнѣ, теперь онъ уже не при десятомъ, а гдѣ-то около сороковаго дѣленія (фиг. 46). 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 карандашемъ 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 *).

*) Чтобы узнать насколько растеніе выросло въ дѣйствительности, стоитъ только вымѣрить разстояніе отъ оси блока до стѣны; дѣйствительный приростъ, какъ уже сказано, будетъ во столько разъ менѣе видимаго перемѣщенія свѣтоваго изображенія, во сколько это разстояніе болѣе полупоперечника блока. Понятно, что если при помощи этого при-

Такимъ образомъ, первая половина задачи нами выполнена. Но выполнена ли вторая? Можемъ ли мы *слышать*, какъ прозябаетъ растеніе? Можемъ ли мы, напримѣръ, заставить растеніе какими-нибудь звуками давать намъ знать, когда ему живется хорошо, когда нѣтъ, когда оно сыто, когда голодно? Слѣдующій опытъ даетъ намъ на это положительный отвѣтъ. Подъ стекляннымъ колоколомъ, притертый край котораго плотно лежитъ на матовой стекляннй пластинѣ (фиг. 50, А), въ



Фиг. 50.

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?

бора можно показать лицамъ, находящимся на концѣ большой залы, ростъ стебля въ промежутокъ полчаса или часа, то наблюдатель, находящійся вблизи, въ состояніи замѣтить перемѣщеніе свѣтового луча въ теченіи одной минуты, и дѣйствительно, этимъ путемъ удастся наблюдать приростъ стебля за каждую минуту, то-есть видѣть движеніе, подобное движенію минутной стрѣлки.

*) См. четвертую бесѣду.

Мы знаемъ, что дѣятельность растенія и животнаго, по отношенію къ атмосферическимъ газамъ, діаметрально противоположна. Растеніе поглощаетъ углекислоту, выдѣляетъ кислородъ; животное поглощаетъ кислородъ, выдѣляетъ углекислоту. Значить, 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 вотъ этимъ приборомъ (фиг. 50, В), который, съ точки зрѣнія обмѣна газовъ, будетъ дѣйствовать совершенно такъ же, какъ животное. Это будетъ, въ извѣстномъ смыслѣ, искусственное животное. Вотъ какъ устроены этотъ приборъ. Въ стеклянной плоскѣ (фиг. 50, В) налита жидкость, жадно поглощающая кислородъ воздуха. Среди плоски стоитъ стеклянная банка, чрезъ пробку которой пропущена до дна трубка стеклянной воронки и еще другая двойкою 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 плоскѣ; вслѣдствіе этого объемъ воздуха (b) подъ колоколомъ уменьшается, уменьшается давленіе воздуха подъ колоколомъ, а если оно уменьшится, то малый объемъ воздуха (a) 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. 50, В). Но здѣсь она встрѣтитъ шарикъ изъ мрамора или мѣла и станетъ выдѣлять изъ него углекислоту *). Этотъ углекислый газъ явится на смѣну поглощенному кислороду и будетъ выдѣляться, пока подъ колпакомъ А не установится прежнее давленіе; тогда воздухъ въ банкѣ (a) 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 плоскѣ, поглотивъ новое количество кислорода, не

*) См. третью бесѣду.

нарушить вновь равновѣсіе между воздухомъ подъ колоколомъ (b) и воздухомъ въ банкѣ (a). Не въ правѣ ли я былъ назвать этотъ приборъ искусственнымъ животнымъ; онъ дышетъ, поглощаетъ кислородъ и выдѣляетъ углекислоту и приблизительно въ равныхъ 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 плоскѣ 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 устройствомъ. Въ двояко изогнутой трубчкѣ с (изображенной подробнѣе на фиг. 50, С) налита капля ртути. Понятно, что когда, вслѣдствіе расширенія воздуха въ а (фиг. В), уровень кислоты поднимется къ воронкѣ отъ *m* до *n*, то и въ трубкѣ с уровень ртути поднимется отъ *m* до *n* (фиг. С). Въ открытый конецъ этой трубочки проведены два изолированные проводника, сообщающіеся съ обыкновеннымъ электрическимъ звонкомъ; одинъ проводникъ всегда погруженъ во ртуть, другой оканчивается выше и приходитъ въ прикосновеніе со ртутью только тогда, когда она поднимется 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 колоколь-

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

чикъ. Точно такъ же, какъ выдѣленіе углекислоты, прекращается само собою, потому что кислота возвращается къ прежнему уровню *m*, точно также 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 о его дѣйствіи. Если я быстро охлаждаю воздухъ подъ колоколомъ (b), 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 мраморнаго шарика и звономъ колокольчика. Чтобъ быстро охладить воздухъ подъ колоколомъ, я брызнулъ на колоколъ ээира. Воздухъ охладился, сократился, столбъ кислоты смочилъ мраморъ, онъ зацѣпился, освобождая углекислоту, и въ ту же минуту зазвенѣлъ колокольчикъ; но вотъ дѣйствіе минутнаго охлажденія прекратилось, все пришло въ прежній порядокъ и колокольчикъ затихъ.

Значить, 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 проголодается, 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. Этой способностью мы воспользовались, чтобы заставить растеніе

извѣщать насъ отъ времени до времени короткимъ звономъ, когда его питаніе идетъ успѣшно, бить тревогу, звать на помощь—когда ему грозитъ голодъ. Однимъ словомъ, мы заставляемъ его условными звуками сообщать намъ, когда ему жидется 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 условкахъ, о тѣхъ ухищреніяхъ, къ которымъ мы должны прибѣгать при изслѣдованіи природы. Мы не довольствуемся страдательною ролью наблюдателя, а вступаемъ въ борьбу съ нею, причемъ 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; вымогала ее, вложенная въ нихъ, зоркая мысль, упорная воля изслѣдователя. Орудіе изслѣдованія—такой же продуктъ творческой мысли, какъ и ученіе, которое оно подтверждаетъ; это—сама мысль, принявшая осязательную форму. Не странно ли, что между тѣмъ какъ въ любомъ почти большомъ городѣ Европы давно можно было любоваться собраніями 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 истинной *). Не странно 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, причемъ 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?

*) Извѣстно, что въ 1876 году, въ Лондонѣ была предположена и успѣшно осуществилась 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, растетъ 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 другаго. Или возьмемъ другой примѣръ изъ древесныхъ растеній: извѣстная индійская смоковница способна изъ своихъ далеко распростертыхъ вѣтвей выпускать придаточныя корни, которые, до-

стигая земли и утолщаясь, подпираютъ эти вѣтви на подобіе столбовъ, доставляющихъ имъ одновременно и опору и необходимую пищу. Такимъ образомъ, одно дерево можетъ покрывать цѣлыя десятины. Здѣсь также главный стволъ могъ бы разрушиться, но это, казалось бы, не помѣшало 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, напримѣръ, стебли съ листьями, могутъ принимать особую форму и въ такомъ видѣ совершенно отдѣляться отъ произведшаго ихъ растенія; таковы, напримѣръ, 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, безполаго размноженія, которая не представляла бы рядомъ съ этимъ процессомъ и другаго, то-есть процесса полового размноженія или брака.

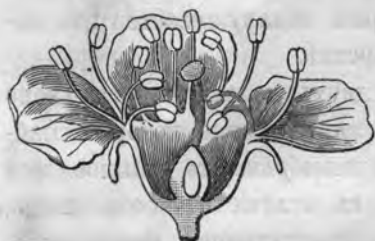
Посмотримъ, въ какой же формѣ обнаруживается это явленіе брака въ растительномъ царствѣ.

Первоначально, существованіе двухъ половъ было замѣчено только у нѣкоторыхъ растений, у тѣхъ именно, которыя снабжены цвѣтами, откуда и названіе *явнобрачныхъ*, данное имъ въ прошломъ 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 является плодъ и сѣмя, то-есть молодое зачаточное растеніе,—мысль эта должна была возникнуть очень давно, но, какъ определенное научное ученіе, она не насчитываетъ еще двухъ вѣковъ.

На эту мысль должны были навести такіа растенія, у которыхъ существуютъ двоякаго рода цвѣты, размѣщенные на различныхъ недѣлимыхъ, 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 вызвать это образованіе плода въ другихъ цвѣтахъ. Первымъ растеніемъ, обратившимъ на себя въ этомъ от-

ношеніи вниманіе человѣка, была, по всей вѣроятности, финиковая пальма; по крайней мѣрѣ повѣствуютъ, что уже на рынкахъ Вавилона и позднѣе у арабовъ продавались мужскія соцвѣтія этой пальмы, которыя покупатели развѣшивали между женскими соцвѣтіями для ихъ опыленія, замѣчая, 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



Фиг. 10.

тычинки, приносящія плодотворную пыль или *цвѣтень*, и по отцвѣтеніи завядаютъ. Однако, далеко не у всѣхъ растений мужскіе и женскіе, тычиночные и плодниковые, цвѣты размѣщены на различныхъ недѣлимыхъ; у многихъ они собраны на одномъ и томъ же растеніи, таковы: береза, дубъ, сосна, ма-

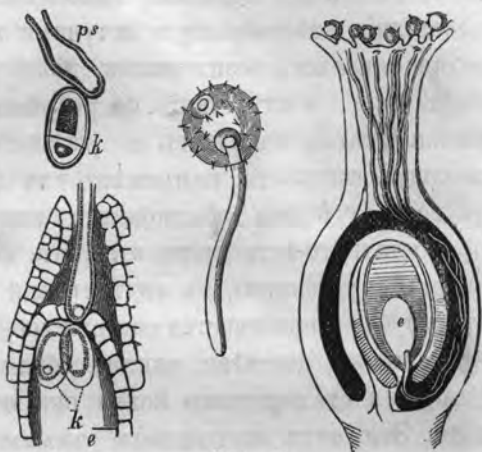
исъ; наконецъ, у значительнаго большинства растений и тычинки и плодники соединены въ одномъ цвѣткѣ, т.-е. цвѣтки обоеполые. Таковъ цвѣтокъ, изображенный на фиг. 10.

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 кѣлочку, 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 51 справа). Его расширенная, внутри полая, часть, завязь, заключаетъ яички: одно, нѣсколь-

ко, 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 выдѣляетъ липкую жидкость. Яичко, сидящее въ полости завязи, если его перерѣзать вдоль, представить намъ такое строеніе: средняя часть, такъ называемое ядро, окружено двумя оболочками, чрезъ которыя до самаго ядра проходитъ каналъ; каналъ



Фиг. 51.

этотъ можетъ быть обращенъ или вверхъ, или внизъ, какъ въ настоящемъ случаѣ. Въ верхней части ядра обращаетъ на себя вниманіе одна очень крупная клѣточка, получившая названіе зародышевого мѣшечка (е. фиг. 51), такъ какъ въ ней, какъ сейчасъ увидимъ, появляется и развивается зародышъ растенія.

Таково, въ общихъ чертахъ, строеніе этихъ двухъ органовъ цвѣтка—тычинки и пестика. Самыя существенныя ихъ части—яичко, подлежащее оплодотворенію, и крупинка пыли, вызывающая это оплодотвореніе.

Для того, чтобы состоялось оплодотвореніе, крупинка пыли должна прежде всего попасть на поверхность рыльца, гдѣ она легко удерживается его ворсинками и липкою жидкостью. Какими средствами это достигается въ природѣ, мы увидимъ впоследствии, при искусственной же культурѣ, въ садоводствѣ, нерѣдко оказывается полезнымъ переносить пыль на рыльце

посредствомъ кисточки. Что же произойдетъ далѣе? Вѣдь, отъ поверхности рыльца до яичка еще далеко, какимъ же образомъ вліяніе цвѣтня 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 цвѣтня попадаетъ на рыльце или въ какую-нибудь подходящую жидкость, напримѣръ, въ растворъ сахара (но не въ воду, гдѣ она обыкновенно лопается), то она начинаетъ проростать, то-есть чрезъ отверстіе наружной оболочки выпускаетъ внутреннюю, въ видѣ трубки (фиг. 51 посрединѣ). Въ эту трубку переливается содержимое, и она продолжаетъ расти на вершинѣ, достигая, такимъ образомъ, значительной длины. Выростая съ передняго конца, она нерѣдко отмираетъ съ задняго. Эти, такъ называемыя, *цвѣтневые трубочки* пролагаютъ себѣ путь въ рыхлой ткани столбика (фиг. 51 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. 51 справа, слѣва внизу верхняя часть ядра съ приложившеюся къ зародышевому мѣшечку (e) цвѣтневою трубочкой). Цвѣтневые трубочки попадаютъ въ каналъ яичка, конечно, совершенно случайно, но эта случайность встрѣчается очень часто, такъ какъ число цвѣтневыхъ трубочекъ, проникающихъ въ завязь, обыкновенно значительно. 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; одну изъ нихъ называютъ зародышевымъ пузырькомъ, такъ какъ это дѣй-

ствительно первое начало будущаго зародыша растенія, это, слѣдовательно, та искомая первая клѣточка, изъ которой, какъ мы сказали, состоитъ въ началѣ 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 яичка до его ядра, приходитъ въ тѣсное прикосновеніе съ пузырькомъ (фиг. 51 слѣва внизу). Въ этомъ прикосновеніи и заключается актъ оплодотворенія. Чтò при этомъ происходитъ, мы можемъ только догадываться. По всей вѣроятности, часть содержаемаго цвѣтневой трубочки проникаетъ чрезъ тончайшую ея оболочку и смѣшивается съ веществомъ зародышеваго пузырька. У простѣйшихъ, не цвѣтковыхъ, растеній, какъ вскорѣ увидимъ, мы въ состояніи непосредственно убѣдиться въ этомъ соединеніи, сліяніи вещества мужской и женской клѣточки. 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 дыханіе сопровождается замѣтнымъ повышеніемъ температуры всего цвѣтка, въ особенности же тычинокъ.

Какъ бы то ни было, результатомъ этого прикосновенія является пробужденіе образовательной дѣятельности въ зародышевой клѣткѣ. Она облекается оболочкой изъ клѣтчатки, получаетъ перегородку, превращаясь изъ одной въ двѣ клѣточки (фиг. 51 влѣво, *ps*—цвѣтневая трубка, *k*—зародышъ). За первую перегородкой слѣдуетъ вторая, третья и такъ далѣе—образуется многоклѣточное тѣло, которое, разрастаясь, превращается въ зачаточное растеніице, 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, напри-

*) См. первую лекцію. Значеніе двухъ клѣточекъ, сопровождающихъ зародышевый пузырекъ, еще не выяснено удовлетворительнымъ образомъ.

мѣрь, 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 назвали бѣлкомъ *). Бѣлокъ, какъ запасъ пищи, можетъ быть всосанъ зародышемъ или во время нахождения 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.

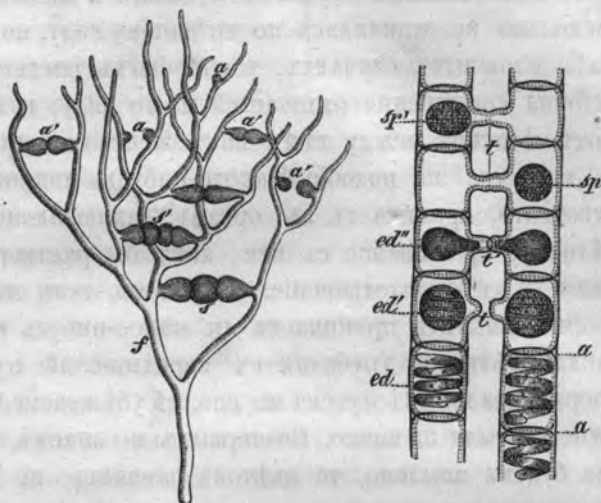
Развитіемъ зародыша, превращеніемъ яичка въ сѣмя, не ограничивается вліяніе оплодотворенія, оно распространяется и на плодникъ; развиваясь и разростаясь, онъ превращается въ плодъ.

Такова 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.

Вотъ микроскопическая водоросль, уже намъ знакомая спирогира, съ ея характеристическими спиральными лентами хлорофилла (фиг. 52 справа). Въ извѣстный моментъ развитія этого организма, составляющія его нити принимаютъ параллельное положеніе, какъ это видно на рисункѣ. Въ нѣкоторыхъ клѣткахъ зеленое протоплазматическое содержимое собирается въ округлые или овальные клубки и въ то же время на двухъ смежныхъ клѣточкахъ образуются вздутыя стѣнки. Эти бугорки растутъ навстрѣчу, сталкиваются (t'), разделяющая ихъ порегородка всасывается, исчезаетъ и тогда содержимое двухъ клѣточекъ сливается въ одну массу, причемъ, какъ видно, совершенно безразлично перельется ли содержимое изъ лѣвой нити въ правую (sp), или наоборотъ (sp').

*) См. III бесѣду.

Образовавшаяся, такимъ образомъ, округлая масса получает оболочку и превращается въ спору, которая, освободившись, может прорости и дать начало новому организму, новой нити спирогиры.



Фиг. 52.

Здѣсь мы, слѣдовательно, встрѣчаемъ процессъ оплодотворенія въ крайне простой формѣ; двѣ клѣточки, которыхъ мы даже не въ состояніи различить по внѣшнему виду, сливаются, чтобы дать начало одной, которая и служитъ для воспроизведенія организма. Въ еще простѣйшей формѣ встрѣчаемъ мы это явленіе въ слѣдующемъ микроскопическомъ грибкѣ—плѣсени. Онъ состоитъ изъ одной тонкой, очень развѣтвленной трубочки, въ которой нигдѣ мы не замѣчаемъ поперечныхъ перегородокъ, значитъ, весь организмъ состоитъ изъ одной клѣтки. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ этой клѣтки появляются короткія вѣтви, вытягивающіяся навстрѣчу другъ къ другу (*a*). Когда онѣ прикоснутся, конецъ каждой вѣтви отдѣляется перегородкой и вздувается (*s'*), перегородка, раздѣляющая ихъ между собою, исчезаетъ и содержимое, сливаясь, образуетъ одну клѣтку—спору (*s*).

Такимъ образомъ, и простѣйшія споровыя растения, также какъ цвѣтковые, показываютъ, что явленіе оплодотворенія за-

ключается въ соединеніи содержимаго двухъ клѣточекъ, и даже у споровыхъ растений это явленіе обнаруживается съ бѣльшею очевидностью, такъ какъ мы непосредственнымъ наблюденіемъ убѣждаемся въ этомъ сліянніи двухъ клѣточекъ. Въ описанныхъ двухъ простѣйшихъ случаяхъ, мужская и женская клѣточка нисколько не отличались по внѣшнему виду, но, въ другихъ, болѣе сложныхъ случаяхъ, у споровыхъ растений мужская клѣточка совершенно отличается и по виду, и по свойствамъ отъ женской между тѣмъ какъ женская неподвижна, мужская движется на подобіе какого-нибудь микроскопическаго животнаго, проникаетъ въ органъ, заключающій женскую клѣточку, и, сливаясь съ нею, какъ бы растворяясь въ ней, вызываетъ ея оплодотвореніе. Впрочемъ, если мы прямо и не можемъ замѣтить проникаетъ ли какое-нибудь вещество изъ кончика цвѣтневой трубочки въ зародышевый пузырекъ, за то экспериментальнымъ путемъ мы вполне убѣждаемся въ дѣйствіи цвѣтневой 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 цвѣтневыя трубочки дѣйствовать на вынутыя изъ завязи яички, можно было замѣтить, что только въ томъ случаѣ, когда первыя приходили въ прикосновеніе съ послѣднимъ, обнаруживалось послѣдствіе оплодотворенія. Наконецъ, всего убѣдительнѣе доказываютъ участіе мужскаго элемента опыты искусственнаго полученія помѣсей. Если пестики какого-нибудь цвѣтка опылятъ цвѣтнемъ, взятымъ не изъ того же самаго цвѣтка, а изъ другаго, отличающагося отъ него, напримѣръ, окраской лепестковъ, то можно получить растение съ цвѣтами пестрыми, то-есть 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 растеніи.

Для осуществленія необходимаго опыленія, растенія снабжены множествомъ любопытнѣйшихъ приспособленій. Остановимся на нѣсколькихъ примѣрахъ. Вотъ одно, не замѣчательное по своей внѣшности, растеніе (*Pilea*), разводимое въ на-

шихъ оранжереяхъ ради слѣдующей любопытной особенности. Когда оно цвѣтетъ и усѣяно 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, забрасываемая 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. Какъ мужскіе, такъ и женскіе цвѣтки развиваются подъ водой. Но оплодотвореніе подъ водой невозможно; садовники, напримѣръ, 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 растеніе снабжено слѣдующимъ, довольно замысловатымъ, приспособленіемъ. Женскіе цвѣтки 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 мужскіе цвѣтки, также развивающіеся на днѣ, отрываются отъ своихъ стебельковъ и всплываютъ на поверхность воды. Плавая между женскими цвѣтами, они раскрываютъ свои пыльники и разсыпаютъ по вѣтру свою пыль, причемъ часть ея, конечно, попадаетъ и на рыльца. Когда миновалъ періодъ цвѣтенія, цвѣточная ножка женскаго цвѣтка вновь закручивается, увлекая оплодотворенный цвѣтокъ на дно, гдѣ и происходитъ дальнѣйшее развитіе плода.

Для насъ теперь вполне понятно значеніе въ жизни рас-

тенія главныхъ частей цвѣтка — крупинки цвѣтна и яичка; понятны и только что описанныя приспособленія, клонящіяся къ тому, чтобы способствовать взаимодѣйствію этихъ органовъ. Но затѣмъ рождается вопросъ: какое же значеніе имѣютъ остальные части цвѣтка? Къ чему служатъ чашечки? Къ чему этотъ плодникъ, только затрудняющій доступъ цвѣтна 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 эти вопросы. Понятнѣе всѣхъ значеніе чашечки и плодника. Первая, подобно наружнымъ чешуйкамъ листовыхъ почекъ, охраняетъ во время развитія внутренніе, 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. Полость завязи и представляетъ намъ именно такой, со всѣхъ сторонъ глухой сосудъ, въ которомъ яичко и сѣмя развиваются вполнѣ сохранно отъ носящихся въ воздухѣ зародышей паразитныхъ грибовъ. Но можно возразить, если крупинки цвѣтка попадая на поверхность рыльца проростають и ихъ трубки достигаютъ 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 цвѣтна, развиваясь внѣ цвѣтка (подъ микроскопомъ),

также какъ яички, страдаютъ отъ бактерій; для того, чтобы отдѣлаться отъ ихъ нападеній, онъ попробовалъ слегка подкислять ту жидкость, въ которой проросла цвѣть. Оказалось, что эта слабо-кислая реакція, безвредная для крупинокъ цвѣтка, препятствовала развитію бактерій. Испытавъ реакцію рылецъ, онъ нашелъ, что она кислая. Такимъ образомъ, рыльце, пропуская цвѣтневые трубочки, 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 самое солнце ходило вокругъ него, конечно, не задумались бы 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, 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 церковныя такъ и гражданскіе, большей части народовъ, кромѣ находящихся на низшей ступени развитія, осуждаютъ, запрещаютъ, даже преслѣдуютъ браки въ близкихъ степеняхъ родства. Медики и фізіологи 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 другаго цвѣтка. Мало того, существуютъ растенія, у которыхъ самоопыленіе абсолютно безплодно; такова, напримѣръ, хохлатка (*Corydalis*) — одно изъ нашихъ раннихъ весеннихъ растеній. Существуютъ нѣкоторыя растенія съ двоякаго или троякаго рода цвѣтами, таковы: первоцвѣтъ, дербенникъ, различные виды льна и пр. У этихъ цвѣтовъ пестики и тычинки представляютъ различную величину, и притомъ длинныя пестики встрѣчаются въ одномъ цвѣткѣ съ короткими тычинками и наоборотъ. Оказывается, что для успѣшнаго оплодотворенія нужно перенести на рыльце пыль изъ тычинки соотвѣтственной величины, слѣдовательно, всегда изъ другаго цвѣтка. Существуютъ растенія, у которыхъ оплодотвореніе цвѣтнемъ другой породы, даже другаго вида, оказывается плодотворнѣе самоопыленія. Наконецъ, наблюдатели, заслуживающіе полнаго довѣрія, описываютъ случаи, въ которыхъ самоопыленіе дѣйствуетъ ядовито, поражая пестикъ; рыльце представляется какъ бы спаленнымъ и цвѣтокъ завядаетъ, не принеся плода, между тѣмъ какъ цвѣтень, взятый изъ другихъ цвѣтковъ, вызываетъ оплодотвореніе. Такимъ образомъ многочисленныя 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

этого положенія—что строеніе цвѣтовъ 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 железки 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 періодѣ 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. За то они образуютъ громадную массу цвѣтня; облака этой желтой пыли, падая на землю или на поверхность воды породили даже суетвѣрныя повѣрія 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, неизбежна 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. Побудительной причиной, приманкой для посѣщенія цвѣтовъ, 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 пріучить этихъ насѣкомыхъ къ ассоціаціи впечатлѣній извѣстнаго цвѣта съ присутствіемъ меда. Перекрестное оплодотвореніе достигается раздѣленіемъ половъ въ цвѣткѣ, причемъ ты-

чиночные и пестичные цвѣты могутъ быть распредѣлены на одномъ и томъ же растеніи или на различныхъ; въ цвѣтахъ же обоеполыхъ это достигается неодновременнымъ развитіемъ тычинокъ и пестиковъ, причемъ самооплодотвореніе становится невозможнымъ. Но особенно убѣдительны тѣ многочисленные 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, неизбѣжнымъ образомъ должно въ одномъ прикоснуться къ пыльнику, а въ другомъ тѣмъ же самымъ мѣстомъ къ рыльцу. Ограничимся нѣсколькими примѣрами.



Фиг. 53.

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. 53, 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. 53, 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 другаго цвѣтка. Этого еще мало; у одного губоцвѣтнаго растенія, у обыкновеннаго шалфея, мы встрѣчаемъ еще слѣдующее замысловатое приспособленіе. (Его цвѣтокъ изображенъ

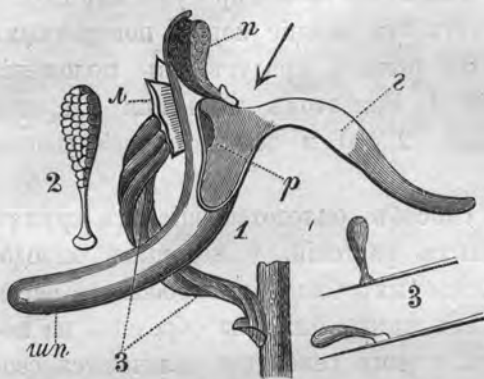
на фиг. 53). Тычинки его представляют ту особенность, что пыльник прирѣяленъ на оконечности длинной поперечной части, которая подвижно соединена съ нитью (на фиг. 1 изображенъ цвѣтокъ, расколотый по длинѣ, и въ немъ одна тычинка *m*, на фиг. 3 отдѣльно обѣ тычинки). Нижніе концы этихъ поперечныхъ частей 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 перекадинъ, которыя, какъ рычаги, придутъ изъ положенія 3 (фиг. 53) въ положеніе 4, при этомъ пыльники ударятся о спинку насѣкомаго (фиг. 2 *m*) и осыплютъ его своимъ цвѣтнемъ.

Еще замѣчательнѣе способъ оплодотворенія въ группѣ такъ называемыхъ орхидныхъ растений, 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 упомянуть о *ночной фіалкѣ* (*Platanthera*), которой бѣлые, сильно пахучіе цвѣты въ іюнѣ мѣсяцѣ носятъ у насъ вездѣ по улицамъ. Представимъ себѣ подобный цвѣтокъ, у котораго опицаны всѣ лепестки (фиг. 54), кромѣ одного нижняго, имѣющаго форму губы и при основаніи вытянутаго въ глухую трубочку, такъ называемый шпорецъ (фиг. 54 *tr*) *). Пестикъ и тычинка этого цвѣтка также совершенно своеобразны: пестикъ состоитъ изъ длинной, закрученной завязи (*z*), наверху которой, прямо, безъ столбика сидитъ рыльце, имѣющее форму липкаго пятна у самаго входа въ трубку шпорца (*p*). Тычинка не имѣетъ нити, а состоитъ изъ одного пыльника (*n*), сидящаго непосредственно по сосѣдству съ рыльцемъ. Этимъ не ограничиваются особенности этого

*) Фиг. 54 представляетъ цвѣтокъ орхидеи, у котораго удалены всѣ лепестки кромѣ губы, которая расколота пополамъ, чтобы показать входъ въ шпорецъ и положеніе рыльца.

растения. Цвѣтень не имѣетъ формы разсыпчатой пыли, а собранъ въ каждомъ изъ двухъ долей пыльника въ комочекъ, вытянутый въ ножку, снабженную на концѣ очень липкою пуговочкой (фиг. 54. 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 хорошо видно у ночной фіалки, выделяется сладкая жидкость; при этомъ насѣкомое неизбѣжно прикасается къ липкой пуговочкѣ, выставляющей-

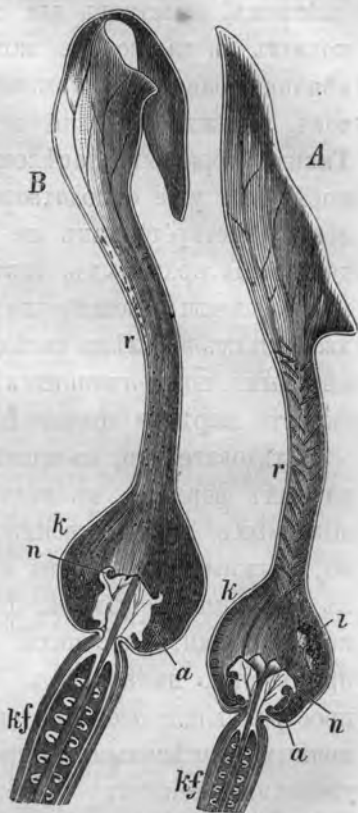


Фиг. 54.

ся изъ пыльника, и, улетая съ цвѣтка, уносить съ собою всю пыльцевую массу. Это устройство цвѣтка до того точно и дѣйствуетъ такъ безошибочно, что нельзя просунуть въ шпорецъ иголку или щетинку, по направленію, показанному стрѣлкой (фиг. 54, 1), не вынеся на ней пыльцевую массу, какъ показано на фиг. 54, 3. Первоначально, эта масса пыли имѣетъ вертикальное положеніе, но чрезъ нѣсколько минутъ наклоняется впередъ (фиг. 54, 3). То же самое должно происходить и съ пыльцевою массой, прильнувшюю къ насѣкомому. Перелетѣвъ на другой цвѣтокъ, повторивъ тамъ тотъ же пріемъ, оно должно упереться пыльцевою массой какъ разъ въ липкую поверхность рыльца (р) и оставить тамъ часть цвѣтня. Доказательствомъ тому, что въ дѣйствительности все происходитъ какъ описано, служатъ насѣкомыя, пойманныя во время посѣщенія ими цвѣтовъ, и на хоботкѣ или головкѣ которыхъ оказались прильнувшія массы цвѣтня, иногда въ значительномъ числѣ. Значитъ, оплодотвореніе подобныхъ цвѣтовъ будетъ совершать-

ся не иначе какъ при содѣйствіи насѣкомыхъ и будетъ всегда, полезное для растенія, перекрестное оплодотвореніе; понятно, слѣдовательно, 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. 55, А). Длинная, заключающая множество яичекъ, завязь (*kf* фиг. 55) непосредственно безъ столбика, переходитъ въ сидячее, лопатное рыльце. Подъ самымъ рыльцемъ, сросшись съ пестикомъ, расположены тычинки, также сидячія, то-есть лишенные нитей (*a*). Узкая трубка вѣнчика усѣяна жесткими волосками, обращенными, какъ показано на рисункѣ, внутрь (55, А, *r*) 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 нѣкото-



Фиг. 55.

раго времени дозрѣваютъ и лопаются пыльники, насѣкомыя безпокойно снуютъ взадъ и впередъ въ своей тюрьмѣ (55, А, i), обсыпаются пылью, но эта пыль, попадая на рыльце, не вызываетъ самооплодотворенія, такъ какъ рыльце уже завяло. Вскорѣ завядаютъ и опадаютъ волоски вѣнчика (55 В, r), двери его тюрьмы раскрываются, и насѣкомое, напугренное цвѣтнемъ, вылетаетъ для того, чтобы на слѣдующемъ цвѣткѣ попасть въ такую же западню. Затѣмъ наружная лопасть вѣнчика, завядая, закрываетъ входное отверстіе, и весь цвѣтокъ, прежде имѣвшій вертикальное положеніе, поникаетъ. 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 сильнаго лучеиспусканія. Для устраненія подобнаго охлажденія достаточнo покрывать растенія стекляннымъ колпакомъ, который, задерживая испускаемые растеніемъ лучи, препятствуетъ излишнему охлажденію.

Но совершенно 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 маселъ, окружающая пахучія растенія, стоить 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, на подобіе 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, блестящихъ 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 съ 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 мыслию, что они въ значительной степени созданы имъ самимъ. Довольно сравнить растенія нашихъ садовъ, огородовъ, полей съ растеніями

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

дикорастущими, чтобы согласиться съ этимъ выводомъ. Довольно взглянуть на любое культурное растеніе, любой садовый цвѣтокъ, любой огородный овощъ, чтобы увидать въ нихъ направляющую руку и мысль человѣка. Естественныя тѣла, подъ вліяніемъ предъявляемыхъ имъ требованій, иногда только подъ давленіемъ мимолетной прихоти моды, измѣняются сообразно этимъ потребностямъ и прихотямъ. Прихотливые люди требуютъ, наприимѣръ, 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 отчета, но только въ недавнее сравнительно время наука, завладѣвъ тѣми сокровищами знанія, которыя вѣками накопила практика, выставила въ настоящемъ свѣтѣ простоту и всеобщность употребляемаго пріема. Путь этотъ слѣдующій. Изъ сѣмянъ, полученныхъ отъ одного растенія, взятыхъ изъ одной коробочки, никогда не выходитъ двухъ абсолютно схожихъ растеній, непременно оказываются различія. Если оставить всѣ эти растенія расти и размножаться вмѣстѣ, то различія, вслѣдствіе скрещиванія, легко ступшеваются 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, привлечшій наше вниманіе, признаковъ, мы съ каждымъ поколѣніемъ усиливаемъ и закрѣпляемъ его. Это пріемъ 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 растеній

каждаго поколѣнія, не соотвѣтствующихъ имѣющимся въ виду цѣлямъ. Повторяя операцію отбора въ каждомъ послѣдующемъ поколѣніи и сохраняя едва уловимыя, мельчайшія достоинства, человѣкъ какъ бы лѣпитъ, черта за чертой, новую форму, осуществляетъ заранѣе предначертанный идеаль. Достойно замѣчанія, что, выводя этимъ путемъ всѣ свои усовершенствованныя породы растений и животныхъ, человѣкъ и по отношеніи къ себѣ примѣнялъ эти начала отбора, къ сожалѣнію только, въ обратномъ смыслѣ. Съ давнихъ поръ онъ имѣетъ обыкновеніе отбирать лучшихъ, въ физическомъ смыслѣ, своихъ представителей для того, чтобы обрекать ихъ на болѣе или менѣе вѣрную смерть, и этотъ опытъ человѣчества служить 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 впоследствии ключомъ для объясненія явленій, совершающихся въ природѣ.

Подводимъ итогъ фактамъ, приобрѣтеннымъ въ настоящей бесѣдѣ. Въ основѣ органической природы лежитъ законъ, на основаніи котораго клѣточка, способная давать начало такимъ гигантамъ, каковы Велингтоніи 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, ос-

нованный на совокупномъ свидѣтельствѣ всѣхъ намъ извѣстныхъ фактовъ *).

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, распредѣляются между различными клѣтками. Быть-можетъ, клѣточка неспособна, въ длинномъ рядѣ поколѣній, успѣшно воспроизводить себя во всѣхъ своихъ частяхъ, и этотъ трудъ распредѣляется 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, неимѣющія подъ собою фактической почвы, гипотезы.

*) Достоинно замѣчанія, что морскія водоросли представляютъ одинъ любопытный, неимѣющій 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 къ другой, играетъ роль оплодотворяющаго элемента по отношенію къ третьей. Этотъ, хотя и совершенно одиноко стоящій, но, тѣмъ не менѣе, вполне достовѣрный фактъ, а равно и отсутствіе половъ у самыхъ простыхъ организмовъ, долженъ насъ воздержать отъ слишкомъ широкихъ обобщеній, отъ метафизическихъ теорій о существованіи какой-то органической полярности и т. д.

XI.

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, самостоятельности, 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 убѣждаетъ 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

кѣточку въ эпоху ея полного развитія и при возможно естественныхъ условіяхъ. Для этого выберемъ волоски, покрывающіе въ видѣ пушка поверхность стеблей и листьевъ или молодыхъ корней и состоящіе изъ одной кѣтки, или одного ряда кѣтокъ, или же осторожно вырѣжемъ острою бритвой ломтикъ изъ листа или стебля водянаго растенія, напримѣръ, валиснеріи *), такой тонкій, чтобъ онъ былъ прозраченъ, но чтобы, при всемъ томъ, разсматриваемыя кѣточки не были поранены. Водяныя растенія удобны именно потому, что всѣ наблюденія подъ микроскопомъ производятся въ водѣ, слѣдовательно, кѣточка остается въ естественной средѣ. Если всѣ условія соблюдены, температура не слишкомъ низка и кѣточки не повреждены, чрезъ нѣсколько минутъ на нашихъ глазахъ обнаружится одно изъ самыхъ любопытныхъ явленій, какое можетъ представить органическій міръ. Сокъ кѣточки 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 кѣтки, наполненную болѣе жидкимъ сокомъ, эта протоплазма, сначала медленно, затѣмъ быстрѣе и быстрѣе начинаетъ двигаться въ каждой кѣткѣ. Движеніе это особенно ясно замѣтно въ тѣхъ случаяхъ (какъ у валиснеріи), гдѣ въ протоплазмѣ плаваютъ яркозеленыя зернышки хлорофилла; можно видѣть, какъ эти зернышки, увлекаемые быстрымъ токомъ протоплазмы, несутся вдоль одной продольной стѣнки кѣточки, 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 кѣткѣ по цѣлымъ часамъ и даже днямъ. Въ такихъ кѣточкахъ, въ которыхъ протоплазма образуетъ общую сѣть струекъ, движеніе

*) Растеніе, котораго узкіе тесмовидные листья можно видѣть въ любомъ комнатномъ акваріумѣ, а цвѣты, въ періодъ оплодотворенія, представляютъ любопытныя явленія, описанныя въ предшествовавшей главѣ.

**) См. главу II.

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. прилагаемую фигуру), въ жгучихъ волоскахъ крапивы, а также въ клѣточкахъ мякоти плодовъ, какъ, напримѣръ, въ тѣхъ крупныхъ, свободныхъ, видимыхъ простымъ глазомъ, клѣточкахъ, изъ которыхъ состоятъ самыя зрѣлыя, разсыпчатая части арбуза. Стоить 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 дѣятелями, хотя эти дѣтели, какъ, напримѣръ, теплота, электричество, могутъ измѣнять, т.-е. ускорять или замедлять, или даже все 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 растений 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

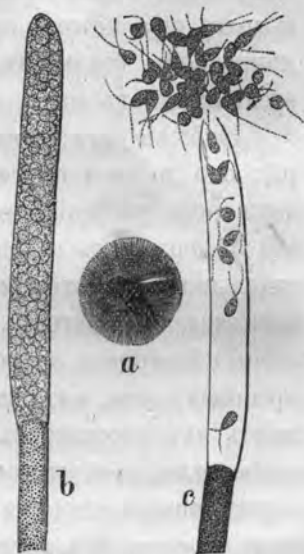
появляются на поверхности гнѣющаго дерева, тлѣющихъ листьевъ и т. д.; особенно хорошо извѣстенъ одинъ подобный организмъ, появляющійся въ кучахъ корья на кожевенныхъ заводахъ. Это небольшія массы, напоминающія видомъ густыя сливки или сметану, только желтаго цвѣта, неимѣющія никакой опредѣленной формы, а пронизывающія кучи корья 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 изъ 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, 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, напримѣръ, 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 состоитъ, главнымъ образомъ, изъ мельчайшихъ клѣточекъ, служащихъ для размноженія этихъ грибовъ, это ихъ споры. Споры нашего слизистаго гриба, проростая, сбрасываютъ оболочку и вскорѣ превращаются въ микроскопическія массы, по-

стоянно мѣняющіяся въ своей формѣ, комочки протоплазмы, которые представляютъ въ малыхъ размѣрахъ то же ползучее переливчатое движеніе, которое только что описано у цѣлыхъ плазмодіевъ, что и понятно, такъ какъ самые плазмодіи, т.-е. замѣтныя для невооруженнаго глаза скученія протоплазмы, образуются чрезъ сліяніе громаднаго числа микроскопически малыхъ комочковъ, происшедшихъ изъ споръ.

Мы видимъ, слѣдовательно, что протоплазмѣ, этой основѣ всякой клѣтки, растительной или животной, присуще своеобразное, пока еще совершенно необъясненное движеніе, и притомъ независимо отъ того, будетъ ли она заключена въ оболочки или будетъ совершенно свободна, какъ въ плазмодіяхъ слизистыхъ грибовъ.

Описанными случаями не исчерпываются явленія движенія, проявляемыя растительною клѣткой. 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 явленія. Выберемъ на удачу нѣсколько примѣровъ, оста-

навливаясь преимущественно на растенія, попадающихъ на каждомъ шагѣ. Подберемъ, напримѣръ, мертвую муху и бросимъ ее въ стаканъ съ водой. Не пройдетъ двухъ-трехъ дней, какъ мы замѣтимъ тончайшій бѣлый пушокъ, образующій какъ бы сліяніе вокругъ всего тѣла мухи (фиг. 56, а). 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 (56, b). Если оставить въ каплѣ воды подъ микроскопомъ нѣсколько подоб-



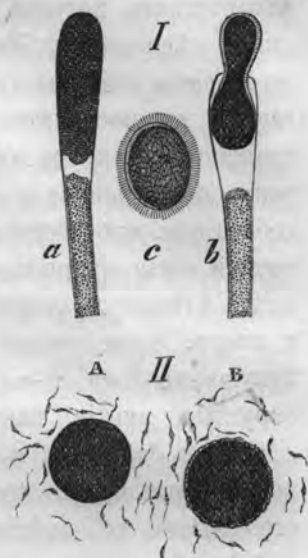
Фиг. 56.

ныхъ 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 столбятся у отверстія; тогда можно замѣтить, что на переднемъ пріостренномъ концѣ у каждой находятся двѣ рѣснички. Но пройдетъ, нѣсколько мгновений и вся кучка дрогнетъ, сначала нѣкоторыя, а затѣмъ одна за другой и всѣ крупинки закопошатся, закрутятся и разбѣгутся во всѣ стороны, потрясая своими рѣсничками, которыя теперь уже трудно замѣтить, и долго еще потомъ онѣ суетятся, пробѣгаютъ чрезъ все поле микроскопа, сталкиваются, толкуются 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 неподвижности растенія, что первые наблюдатели подобныхъ явленій отказывались вѣрить своимъ глазамъ, что это тѣла растительнаго происхожденія, и полагали, что это животныя, разившіяся въ растеніи. Эти подвижныя клѣточки, по прошествіи нѣеотораго времени, проростають и даютъ начало новому организму, это, слѣдовательно, споры. Для того, чтобы напомнить ихъ сходство съ животными, ихъ такъ и называютъ—*зооспорами*, т.-е. животнo-спорами или, лучше, подвижными, блуждающими спорами. Познакомимся еще съ однимъ примѣромъ *зооспоръ* изъ другаго класса растеній,—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 направлѣнію 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 кипитъ сну-ющими по всѣмъ направлѣніямъ зелеными клѣточками (фиг. 57, I с). Клѣточки эти лишены обо-лочекъ, онѣ состоятъ изъ комка про-топлазмы, усѣяннаго на всей поверх-ности мерцающими рѣсничками. Об-ратимся теперь къ самой водоросли и посмотримъ, какое отношеніе имѣ-етъ она къ этимъ движущимся зеле-нымъ клѣточкамъ. На концахъ ея зеленыхъ трубочекъ мы замѣтимъ бу-лавовидныя вздутія, наполненныя бо-лѣе темной и густой зеленой массой (фиг. 57, I а). Если будемъ слѣдить нѣсколько времени за такимъ вздуті-емъ (нужно только наблюдать рано утромъ, такъ какъ позднѣе, днемъ, этого явленія уже не происходитъ), то увидимъ, что зеленая масса соберется въ округлый или, вѣрнѣе, эллиптическій комокъ, вы-ползаетъ изъ раскрывающагося на вершинѣ мѣшечка и нач-нетъ двигаться (57, I б). Это, слѣдовательно, крупная зоос-пора, образовавшаяся изъ протоплазмы нашей водоросли.

Движенія, которыя намъ представляютъ споровыя растенія, не ограничиваются зооспорами. Въ предшествовавшей главѣ мы ви-дѣли, что у этихъ растеній встрѣчается ясное различіе половъ, но для примѣра, ради простоты, нарочно выбрали такіе случаи, въ которыхъ и мужскія, и женскія клѣточки неподвижны и приходятъ въ прикосновеніе посредствомъ срастанія. Но, въ громадномъ большинствѣ случаевъ, мужская клѣточка облада-етъ подвижностью и, такимъ образомъ, проникаетъ до жен-ской, заключенной въ особомъ органѣ. Въ сравнительно рѣд-кихъ случаяхъ и мужская и женская клѣточки подвижны по-добно описаннымъ зооспорамъ: при своихъ движеніяхъ онѣ



Фиг. 57.

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 еще мерцающими рѣсничками. Эти такъ называемые *живчики* или *сперматозоиды* одарены двойнымъ движеніемъ, они быстро двигаются 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 округлыя, 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 кипятъ миллионы живчиковъ. На прилагаемомъ рисункѣ (фиг. 57, 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 кипятъ живчики (А), которые нерѣдко облѣпляютъ ее сплошнымъ слоемъ (В) и тогда увлекаютъ ее въ своемъ движеніи.

И такъ, растительный міръ, наблюдаемый въ микроскопъ, оказывается полонъ движенія: движется протоплазма въ безчисленныхъ, хрустящихъ у насъ на зубахъ, клѣточкахъ арбуза; движутся міриады зооспоръ, кипящія въ каждой зацвѣтшей лужѣ; движутся въ капляхъ ночной росы живчики мховъ и папоротниковъ, пролагающіе себѣ путь къ женской клѣточкѣ, чтобы оплодотворить ее. Но не встрѣчаемъ ли мы явленій движенія и въ болѣе замѣтной формѣ въ тѣхъ органахъ и у тѣхъ растений, которыя 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 ускоряются съ повышеніемъ температуры, такъ, напримѣръ, движеніе протоплазмы можно по произволу ускорять или останавливать, подвергая наблюдаемыя клѣтки нагреванію или охлажденію.

Говоря о движеніяхъ органовъ высшихъ растеній, должно ясно различать двоякаго рода движенія: одни медленныя, 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 безъ всякаго раздраженія, повидимому, самопроизвольно.

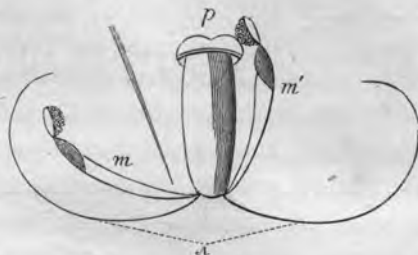
Къ первой категоріи относятся явленія такъ называемаго *сна* растеній, то-есть тѣ измѣненія въ положеніи листьевъ и частей цвѣтка въ различные часы дня и ночи, которыя, въ большей или меньшей степени, обнаруживаются почти у всѣхъ растеній, но у нѣкоторыхъ проявляются въ особенно рѣзкой формѣ. Если вы взглянете на поле, засѣянное краснымъ или пурпуровымъ клеверомъ, днемъ и вечеромъ, въ сумерки, то замѣтите, что оно представитъ совершенно иной 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 взъерошенною 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 растеній при ночномъ положеніи опускаютъ свои пластинки, и тогда можно, пожалуй, подумать, что они поникли, какъ у завядающихъ растеній, 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 подь вечеръ мы не замѣчаемъ тѣхъ желтыхъ головокъ одуванчика, которыя такъ пестрятъ днемъ наши садовыя лужайки. Это зависитъ оттого, что головки эти открываются днемъ подь вліяніемъ свѣта; въ очень пасмурную погоду онѣ и днемъ могутъ оставаться закрытыми. Другіе цвѣты, напротивъ, закрываются днемъ; таково, напримѣръ, очень обыкновенное у насъ растеніе *козлотородникъ*, съ похожими на одуванчикъ, но болѣе крупными, желтыми цвѣточными головками; оно открывается рано утромъ, а часамъ къ 10—11 уже вновь закрывается. 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, затѣмняя 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, подь его вліяніемъ наружныя части будутъ задержаны въ ростѣ, внутреннія ихъ обгонять и будутъ стремиться выгнуть наружу, цвѣтокъ раскроется; но теперь большому освѣщенію будутъ подвергаться эти внутреннія (или верхнія) части, наружныя (или нижнія), затѣвныя въ свою очередь, опередятъ ихъ въ ростѣ, цвѣтокъ закроется. Сходныя съ этими разсужденія можно примѣнить и къ дѣйствію измѣненій 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 моментально, вслѣдъ за вызвавшимъ его раздраженіемъ или даже безъ всякаго внѣшняго толчка, повидимому, самопроизвольно. По-

знакомимся съ нѣсколькими примѣрами подобныхъ явленій. Начнемъ съ самаго обыкновеннаго случая, наблюдаемаго у растенія, всѣмъ знакомаго, у барбариса. Въ срединѣ желтыхъ, нѣсколько напоминающихъ маленькія розы, цвѣтковь этого растенія помещается пестикъ съ сидя-



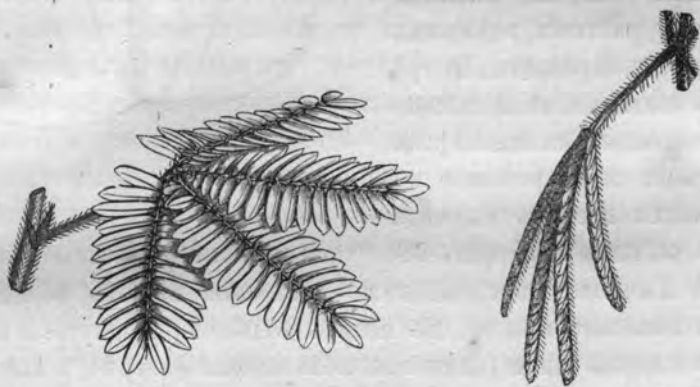
Фиг. 58.

чимъ рыльцемъ (p) фиг. 58 **) , 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'*, т.-е. прикладывается пыльникомъ къ рыльцу. Въ такомъ положеніи она остается 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. Описанныя движенія касаются, если не микроскопическихъ, то все же довольно мелкихъ органовъ,

*) Нѣкоторые 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 клеточекъ. Въ этихъ случаяхъ, понятно, явленіе наблюдается и на вполне выросшихъ растеніяхъ. Таковы н. пр. проявленія сна листьевъ.

**) Фигура 58 изображаетъ схематическій разрѣзъ цвѣтка барбариса; *m* обозначаетъ положеніе лепестковъ *m'* тычинки, *p* пестикъ съ сидячимъ рыльцемъ.

и потому не производить такого поражающаго впечатлѣнія, какъ движеніе раздражительныхъ листьевъ разводимой въ оранжереяхъ недотроги, мимозы. Нужно видѣть озадаченный видъ человѣка, ничего не слыхавшаго объ этомъ растеніи, когда онъ увидитъ въ первый разъ, какъ при малѣйшемъ раздраженіи оно начинаетъ складывать и опускать свои листья, чтобы исполнѣ понять, какъ глубоко коренится въ насъ, основанное на ежедневномъ опытѣ, убѣжденіе, что растенію не свойственно движеніе. Въ спокойномъ состояніи листъ мимозы имѣетъ видъ, показанный на фигурѣ 59 влѣво. Это такъ называемый слож-



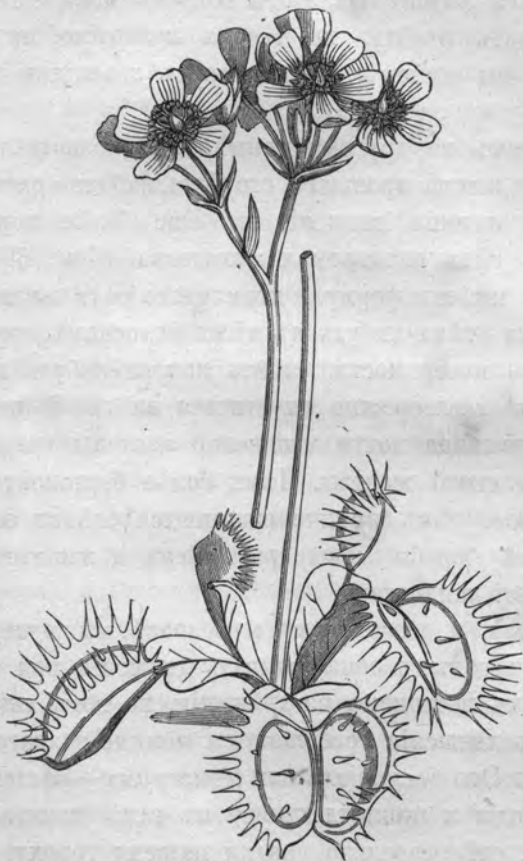
Фиг. 59.

ный листъ; его главный черешекъ несетъ четыре вѣрообразно растопыренные черешечка, изъ которыхъ каждый, въ свою очередь, несетъ значительное число попарно расположенныхъ листочковъ. Стоитъ 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 черешекъ поникнетъ, упадетъ какъ подсѣченный; весь листъ получаетъ видъ, изображенный на фиг. 59 справа. Чѣмъ выше окружающая температура, тѣмъ быстрѣе совершается это движеніе. Раздраженный листъ 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 инсультомъ и поразительно напоминающее движеніе животнаго, старающагося уклониться отъ беспокоящаго 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 рѣшительно не въ состояніи объяснить сущность возбужденія, вызываемаго раздраженіемъ и, въ свою очередь, вызывающаго движеніе. Движеніе это совершается въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ листочки примыкають къ черешечкамъ, гдѣ черешечки примыкають къ 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 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 влѣво). 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 — черешекъ приподнимается; 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 листья оттопырены горизонтально

или даже слегка пригнуты вниз, 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 просынымъ зерномъ, лежащія у основанія каждаго листочка, измѣнятся въ цвѣтъ, изъ матово-бѣлыхъ сдѣлаются прозрачно-зеленоватыми; какъ только мы отпустимъ пальцы, листочки захлопнутся. Отъ чего же происходитъ это мгновенное измѣненіе цвѣта? Отъ той же причины, по которой на бѣлой поверхности снѣга, протечной бумаги или матоваго стекла появляется темное пятно, когда мы плеснемъ на нихъ водой. Бѣлизна во всѣхъ этихъ случаяхъ зависитъ отъ отраженія свѣта безчисленными мелкими, граничащими съ воздухомъ, поверхностями, но какъ только воздухъ замѣнится водой, такого отраженія уже не

происходить; тѣла становятся болѣе прозрачными и потому менѣе свѣтлыми. Впрочемъ, прямой опытъ подтверждаетъ справедливость такого объясненія: стоить 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 вслѣд-



Фиг. 60.

ствіе раздраженія, то капля воды не выступитъ. Эта вода, выжимаемая изъ клѣточекъ и занимающая межклѣтныя пространства ткани, современемъ 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 также 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. 60). Верхняя часть листа имѣетъ форму и исполняетъ роль капкана. Стоить прикоснуться чѣмъ-нибудь къ тѣмъ волоскамъ, которые торчатъ на его поверхности, стоитъ какому-нибудь насѣкомому забрести 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 др. 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. 61. Остановимся въ жаркій, ясный день противъ этого растенія, перѣдкаго въ нашихъ теплицахъ. Не простои́мъ мы и минуты, какъ уже за-

мѣтимъ, то тамъ, то сямъ, между его листьями, какъ бы легкое вздрагиваніе. Сосредоточиваемъ свое вниманіе на первомъ любомъ листѣ, который привлекъ наше вниманіе этимъ неожиданнымъ движеніемъ, и немедленно убѣждаемся въ дѣйствительности одного изъ самыхъ поразительныхъ явленій, представляемыхъ 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



Фиг. 61.

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° С., движеніе вовсе прекратится, растеніе окоченѣетъ, 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 растений. Сонъ

цвѣтовъ, то-есть смыканіе ихъ покрововъ на ночь, вѣроятно сохраняетъ ихъ отъ вреднаго ночнаго охлажденія; въ такомъ же смыслѣ вѣроятно вліяетъ 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 опустился до 0°. Польза отъ движеній листа мухоловки 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 разяснить 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 первая же выпавшія капли не заставляли ихъ собирать свои растопыренные листочки и прижимать ихъ къ стеблю. Такимъ образомъ, эти листья поступаютъ подобно тростнику въ басы, сносящему бури, которыя сражаютъ дубъ. Повторяю, это только догадка, справедливость которой можно провѣрить лишь наблюденіемъ на мѣстѣ произрастанія этихъ любопытныхъ растеній. 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

*) 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 особенной приманкой для насѣкомыхъ, такъ какъ она богата сахаристыми веществами.

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 въ сторонѣ эти болѣе или менѣе бесплодныя догадки и займемся вопросомъ: въ правѣ ли мы видѣть въ описанныхъ движеніяхъ растеній явленія, сходныя съ движеніемъ животныхъ, или между этими двумя категоріями явленій можно установить какое-нибудь существенное различіе? Что касается до движенія протоплазмы, то оно не представляетъ рѣшительно никакого различія въ обоихъ царствахъ природы. То же можно сказать и относительно движенія зооспоръ и живчиковъ, снабженныхъ или неснабженныхъ рѣсничками; и здѣсь между движеніемъ организмовъ растительныхъ и животныхъ нельзя указать никакой разницы,—доказательство, что первые наблюдатели отказывались вѣрить своимъ глазамъ и принимали подвижные органы растеній за животныхъ.

Иначе представляется дѣло, когда мы сравниваемъ движенія высшихъ растеній 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 растеній 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 видѣть 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 проростаніи сѣмянъ, при развитіи почекъ, особенно во время цвѣтенія, растительные органы жадно поглощаютъ кислородъ, выдѣляютъ углекислоту, причемъ температура ихъ замѣтно по-

вышається. И въ теченіе всей своей жизни всѣ части растенія представляютъ это явленіе, но только зеленныя части при дѣйствіи свѣта гораздо энергичнѣе разлагають углекислоту, выдѣляютъ кислородъ, такъ что этотъ процессъ скрываетъ, маскируетъ одновременно совершающееся дыханіе *). Но находится ли это дыханіе въ связи съ движеніемъ? Опытъ показываетъ, что находится, хотя природа этой связи еще для насъ неясна. 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 бы 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 откачется назадъ—это такъ называемое *отрицательное колебаніе* тока. То же явленіе повторяется и съ мухоловкой; въ моментъ движенія, въ моментъ захлопыванія половинокъ листа, токъ осла-

*) См. 5-ю бесѣду.

бываетъ, 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 во ви́шнихъ проявленіяхъ, 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 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 другаго 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,

*) 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 электродиффузіи.

могущія питаться только сложными органическими соединеніями, потому эти организмы и могут 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 чужеядныя растенія и между высшими представителями растительнаго царства; инныя изъ нихъ, лишенныя зеленаго цвѣта, какъ, напримѣръ, повилика (*Cuscuta*), присасывающаяся къ нашимъ полевымъ растеніямъ, къ хмѣлю и пр., живутъ исключительно насчетъ 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 знаменитаго Дарвина, познакомили насъ съ цѣлымъ рядомъ растеній, снабженныхъ зелеными органами, но, въ то же время, питающимися животною пищею и притомъ принимающими ее совершенно такъ же, какъ животныя. Это такъ называемыя *насъкомоядныя* 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, сыраго 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, которая обыкновенно принималась за росу, откуда и названіе растенія. Насѣкомое, неосторожно опустив-

шееся на листь, прилипаетъ къ нему, и тогда въ листь 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, 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 приѣмъ новому пришельцу. Не менѣе любопытны крупныя своеобразныя листья *Nepenthes*, *Saracenia*, *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 мелкоразсѣченные подводныя листья снабжены подобными же маленькими органами. Давно уже было замѣчено, что кувшинчатые органы содержатъ жидкость, но прежде полагали, что это вода, и только въ послѣднее время убѣдились, что и эта жидкость имѣетъ свойство 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 скѣльзитъ 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.

*) См. 3 бесѣду.

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* дѣйствуетъ только въ присутствіи небольшого количества свободной кислоты, такъ и здѣсь, въ моментъ раздраженія, можно ясно обнаружить кислую реакцію сока *).

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 выдѣляетъ 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 насчетъ 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.

*) Въ послѣднее время начали высказываться сомнѣнія, дѣйствительно ли это всасываніе органическихъ веществъ можетъ служить въ пользу растенію. Посѣтивъ истекшимъ лѣтомъ Дарвина, я имѣлъ случай видѣть нѣкоторые, еще не опубликованные, опыты знаменитаго ученаго, доказывающіе значеніе описаннаго процесса какъ питанія. Большая дерновина рослянки 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, получившія мясо, были уже значительно крупнѣе и здоровѣе на видъ. (Примѣч. къ I изданію).

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 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 отсутствіи свѣта, когда обратнаго процесса разложенія не происходитъ. Конечно, этотъ процессъ дыханія растеній по кажется намъ очень не энергическимъ, если мы сравнимъ его съ дыханіемъ млекопитающаго или птицы. У послѣднихъ количество выдѣляемой углекислоты очень велико, и результатъ этого процесса—повышеніе 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 газового 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 отсутствіи 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 обуславливается производство спиртныхъ напитковъ, т.-е. винодѣліе, пивовареніе, винокуреніе и проч. Во всѣхъ этихъ случаяхъ броженіе происходитъ вслѣдствіе развитія въ бродящихъ жидкостяхъ особаго микроскопическаго организма—бродильнаго или дрожжеваго грибка, или попросту дрожжей. Клѣточки 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 исключительною особенностью дрожжеваго грибка, 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 дрожжеваго грибка, бродящаго насчетъ 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 про-

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

цессомъ 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, броженіе можетъ 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 краткій срокъ. По счастью, при естественныхъ условіяхъ, въ природѣ, они и не подвергаются этой опасности. Они начинаютъ 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 во время этотъ колпакъ—и броженіе прекратится само собою; патологическій процессъ броженія смѣнится физиологическимъ 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.

Значитъ, 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 назвать произвольнымъ движенія протоплазмы, живчиковъ, листьевъ десмодиума, такъ какъ всѣ эти движенія происходятъ безъ видимаго виѣшняго побужденія, подѣ влияніемъ внутреннихъ, присущихъ организму, силъ. Но если растеніе способно двигаться, то не можетъ ли оно и чувствовать? Если подѣ чувствительностью разумѣть отзывчивость къ раздраженію, т.-е. раздражительность, возбудительность, то мы должны признать эту способность и за растеніемъ. Въ самомъ дѣлѣ, если человѣкъ, котораго мы колемъ, щиплемъ, щекочемъ, никакимъ 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, 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 чувствительностію, 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 эфира или хлороформа, мы можемъ

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

анестезировать его точно такъ же, какъ анестезируемъ чело-
вѣка во время тяжелой хирургической операціи. Для этого
стоитъ только горшокъ съ мимозой покрыть стекляннымъ кол-
пакомъ и подъ этотъ колпакъ положить губку, смоченную
эфиромъ 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 приобрѣтетъ свою
чувствительность, свою раздражительность. Чтобы опытъ удался,
не нужно только оставлять растеніе 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, нерѣдки
случаи смерти отъ неосторожнаго примѣненія хлороформа.
Часто указывали на присутствіе нервной системы, какъ на
атрибутъ животнаго, но, вѣдь, и она встрѣчается не у всѣхъ
животныхъ, и, съ другой стороны, если у растений подтвер-
дится (предполагаемое нѣкоторыми учеными) существованіе
извѣстныхъ путей, по которымъ раздраженіе сообщается бы-
стрѣе, чѣмъ по другимъ, то и въ нихъ придется признать нѣчто,
по крайней мѣрѣ фізіологически, соотвѣтствующее нервамъ.

Еще одинъ послѣдній вопросъ: обладаетъ ли растеніе со-
знаніемъ? 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 живот-
ному, то, скажите, гдѣ же, на какой ступени органической
лѣстницы, лежитъ этотъ *порогъ* сознанія? Гдѣ та грань, за ко-
торой 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 челоѣка? Или лучше не оста-
новиться ли тамъ, гдѣ порывается руководящая нить положи-
тельнаго знанія, на томъ рубежѣ, за которымъ разстилается,
вѣчно влекущій въ свою заманчивую даль, вѣчно убѣгающій
отъ пытливаго взора, безпредѣльный просторъ умозрѣнія?

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, чтобъ 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 самыя 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 и дѣленія — только произведеніе нашего ума, правда, одно изъ величайшихъ его произведеній, безъ котораго онъ никогда не справился бы съ хаосомъ единичныхъ формъ. Пользуясь этимъ логическимъ пріемомъ, 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, если 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 опредѣленный смыслъ должны мы придавать этому изреченію. Движеніе животного, какъ и всякое движеніе, подчиняется общимъ механическимъ законамъ. Особенность его заключенія въ томъ, что очагъ дѣйствующихъ въ немъ силъ лежитъ въ немъ самомъ, отсюда его независимость отъ внѣшнихъ условій. 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 примѣровъ, 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 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,

*) См. пятую главу.

то громадное увеличеніе массы, которое насъ поражаетъ въ явленіяхъ *роста*. Между тѣмъ какъ въ животномъ, достигшемъ полнаго развитія, устанавливается извѣстное равновѣсіе между воспринятіемъ и тратой 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 предъ собою типъ животного; если, наоборотъ, въ итогѣ оказывается раскисленіе, накопленіе вещества, поглощеніе энергіи — мы имѣемъ предъ собой 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 міра, все то, что мы называемъ жизнью, съ центральнымъ очагомъ энергіи въ нашей планетной системѣ. Такова космическая роль растенія.

Когда нашему воображенію представляется типъ зеленаго дуба, лѣтомъ шумящаго своей роскошной листвою, зимой об-

*) Сравненіе это, впрочемъ, не вполне точно. За особь въ растеніи правильнѣе считать отдѣльный побѣгъ, который имѣетъ ограниченный ростъ, цѣлое же растеніе, напр., дерево, представляетъ сложный организмъ, подобный, напр., кораллу, растущему неопредѣленное время.

наженного, окоченѣвшаго, страдательно переносящаго всѣ колебанія внѣшней температуры,—дуба, годъ за годомъ, въ теченіи 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 валитъ паръ, но который за то зимой и лѣтомъ истребляетъ массы сѣна и зерна, когда мы узнаемъ далѣе, что эти противоположныя внѣшнія явленія только необходимыя послѣдствія преобладающихъ въ томъ и 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, 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 время, 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 объять 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 назначеніе и, такимъ образомъ, разрѣшили двоякую задачу, постоянно представляющуюся физиологу: данъ органъ—найти его отправленіе, дано отправленіе—найти соотвѣтствующій ему органъ. Мы убѣдились, въ какомъ совершенствѣ каждый отдѣльный органъ исполняетъ свое отправленіе, какъ приспособленъ онъ къ своей средѣ, какъ необходимо и согласно взаимодѣйствіе различныхъ органовъ, имѣющее результатомъ общую жизнь растенія, какъ поразительно взаимодѣйствіе нѣкоторыхъ организмовъ, принадлежащихъ къ двумъ царствамъ органической природы, какъ гар-

монично, 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 за то 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 естественной пытливости ума, какой ключъ можетъ предложить современное естествознаніе для объясненія этого основнаго свойства органическаго міра,—его совершенства, его гармоніи или цѣлесообразности, — этими вопросами мы займемся въ слѣдующей и послѣдней лекціи.

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 возрѣніемъ 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 раціональное объясненіе, вывести его какъ частный случай изъ дру-

гихъ, 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, вполнѣ или отчасти. Ни разу не приходилось намъ прибѣгать къ той таинственной *жизненной силѣ*, на примѣненіе которой были такъ тароваты физиологи былыхъ временъ; мы не доказывали несостоятельности этой жизненной силы, неопредѣленной въ ея атрибутахъ, неуловимой въ ея сферѣ дѣятельности; мы даже не пытались опровергать ея существованіе — для нея просто не нашлось мѣста въ нашемъ изложеніи — и мы ни разу не имѣли случая въ томъ раскаиваться.

Но теперь рождается вопросъ: приложимъ ли этотъ способъ объясненія ко всѣмъ фактамъ растительной жизни; въ состояніи ли мы, напр., однимъ вліяніемъ физическихъ силъ объяснить возникновеніе тѣхъ паразитическихъ, цѣлесообразныхъ формъ, съ которыми мы познакомились особенно въ двухъ послѣднихъ лекціяхъ? Можемъ ли мы напр. 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 пожирания 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, подѣ влияніемъ которыхъ сложился рассматриваемый организмъ. Но если мы не можемъ объяснить этихъ формъ, исходя изъ условій ихъ существованія, 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 примѣнить тотъ же пріемъ къ объясненію явленій, совершающихся въ природѣ? Когда намъ представляется органъ, поразительно прилаженный къ своему отпавленію, 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 ли мы допустить, что это совершенство осуществилось не вдругъ, а достигнуто медленнымъ процессомъ историческаго развитія, причемъ 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 дѣтели, 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 органический 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.

Имѣтъ 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 земнаго шара теперь не такова, какова она была въ предшествовавшія геологическія эпохи, и что, притомъ, чѣмъ древнѣе, чѣмъ отдаленнѣе отъ насъ разсматриваемая 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 простые 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 заявленіе факта.

Постараемся оцѣнить относительное достоинство этихъ двухъ гипотезъ, посмотримъ, которая изъ нихъ болѣе согласна съ дѣйствительностью, объясняетъ бѣльшее число фактовъ, встрѣчаетъ менѣе противорѣчій, однимъ словомъ, болѣе удо-

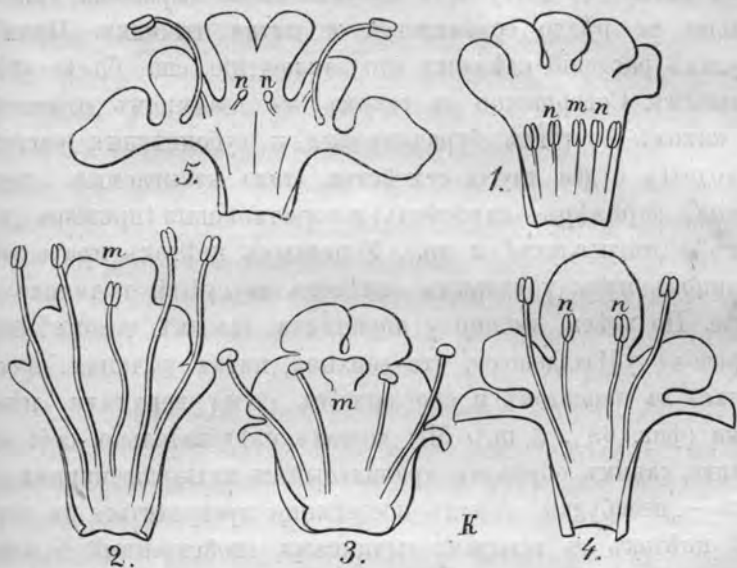
влетворяетъ тѣмъ условіямъ, которыя мы должны предъявлять всякой научной гипотезѣ.

Съ перваго взгляда, мысль, что одно растеніе могло произойти отъ другаго, 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 сѣменоколь, 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, на основаніи существованія нечувствительныхъ переходовъ; такъ, напр., въ цвѣтѣхъ 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 другаго, какъ, наприм., пестикъ піона, появляющійся въ видѣ краснаго лепестка съ сидящими по краямъ яичками; особенно убѣдительно тѣ случаи, когда это превращеніе вызываютъ искусственно, какъ, напр., въ махровыхъ цвѣтахъ, у которыхъ тычинки превращены въ добавочные лепестки. 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 растеній; если мы допускаемъ, что тычинка произошла изъ листа, то уже гораздо легче допустить, что листъ одного растенія могъ произойти изъ листа другаго растенія, цвѣтокъ одного—изъ цвѣтка другаго; 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 растений, названныхъ такъ потому, что вѣнчикъ у нихъ почти всегда болѣе или менѣе двугубный; къ этому семейству, напр., 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, напр., „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 во внутрь этой трубки, то замѣтимъ пять одинаковыхъ, желтыхъ пыльниковъ, приросшихъ своими нитями къ этой трубкѣ (фиг. 63, 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, напр., вѣнчикъ является уже нѣсколько симметричнымъ, т.-е. въ немъ можно отличать верхъ и низъ, хотя онъ еще не представляетъ ясной двугубости (фиг. 63, 2);

*) Фиг. 63. 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.

въ то же время его пять тычинокъ уже различаются по своей величинѣ, особенно верхняя (фиг. 63, 2 m.) значительно меньше 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. 63, 4. п. п.). Что же стало съ пятой?



Фиг. 63.

Когда въ организмѣ отсутствуетъ органъ, о существованіи котораго можно заключить по аналогіи съ другими организмами, то мы обыкновенно замѣчаемъ одно изъ двухъ явленій: или 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. 63 2. m.) то что же явилось ей на смѣну? Мы замѣчаемъ, что исчезаніе этой тычинки совпадаетъ съ сильнымъ 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 пр.). У первыхъ цвѣтковъ 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. 63 . 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. 54, фиг. 63. 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. 54). Въ свою очередь, и своеобразная форма его двухъ тычинокъ представляетъ въ различныхъ видахъ

шалфея различныя степени усложненія, такъ что и 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 напр. лиліи. Морфологія или сравнительная анатомія растений полна подобныхъ примѣровъ; можно сказать она вся состоитъ изъ нихъ.

И такъ, если ученіе о метаморфозѣ, поясняетъ какимъ образомъ, рядомъ нечувствительныхъ переходовъ, различныя органы одного и того же растенія могли произойти одинъ изъ другаго, 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 атрофированнымъ органамъ, которые постоянно указываютъ на существованіе перехода между несходными формами.

Еще болѣе утверждаетъ насъ въ этомъ убѣжденіи изученіе организмовъ въ зачаточномъ состояніи. Всѣ данныя эмбриологіи свидѣтельствуютъ, что сходства, аналогіи, ускользающія, неуловимыя, на вполнѣ развитыхъ организмахъ становятся ясными при изученіи ихъ исторіи развитія. Такъ напр.

*) 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, еслибы 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 аптечнаго шалфея, который нами описанъ, а у другаго 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, чрезъ которыя долженъ былъ пройти при своемъ образованіи.

въ растительномъ царствѣ нѣтъ болѣе глубокаго, болѣе кореннаго различія, чѣмъ между растеніями споровыми и сѣменными; казалось бы, что между этими двумя полуцарствами лежитъ пропасть, черезъ которую невозможно перешагнуть. И однако, Гофмейстеру удалось „перепрыгнуть мостъ“ черезъ эту пропасть. Изученіе исторіи развитія высшихъ споровыхъ и низшихъ сѣменныхъ растений, именно хвойныхъ, обнаружило существованіе связи между этими группами и даже указало, какимъ путемъ долженъ былъ совершиться этотъ переходъ. Хвойныя образуютъ связующее звено между двумя полуцарствами растительнаго міра; 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—кѣлочка или просто комокъ протоплазмы—сходно у всѣхъ живыхъ существъ,—и мы необходимо придемъ къ заключенію о единствѣ органическаго міра, о непосредственной, родственной связи всего живаго 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 выяснить происхожденіе разногласія между учеными по этому вопросу, мы должны на время остановиться 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 пр. Самую тѣсную

группу, образованную существами, наиболее между собою сходными, группу, составляющую какъ бы собирательную единицу, изъ которой слагаются другія группы, Линней называлъ *видами*. Изъ видовъ слагаются роды, изъ родовъ семейства и т. д. Такъ, напр., фіалка и Анютины глазки представляютъ два вида Линнеевскаго рода *Viola*; двѣ ольхи—черная и сѣрая—два вида рода *Alnus*; оселъ 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 о 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 другаго (напр. 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, наиболее 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 о 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 различія, — следовательно, о полномъ сходствѣ не можетъ быть и рѣчи, да о немъ никто никогда и 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 преисъ-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 категорическаго заявленія о различіи между видомъ и разновидностью, казалось, можно было бы ожидать, что защитники неизмѣняемости видовъ обладаютъ точнымъ опредѣленіемъ того и другаго, 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 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 другаго 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: „значить, 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 бесплодіе. Въ этомъ, будто бы неизмѣнномъ, законѣ усматривали даже какой-то умыселъ природы, которая, создавъ извѣстное число видовыхъ формъ, позаботилась о томъ, чтобы онѣ сохранились на вѣки неизмѣнными, и для этого оградила ихъ отъ возможности измѣняться путемъ образованія помѣсей. Но, говоря объ оплодотвореніи, мы уже познакомились съ фактами, которые окончательно опровергаютъ это мнѣніе; мы видѣли, что иногда оплодотвореніе собственной пылью или пылью сходнаго растенія бываетъ менѣе плодородно чѣмъ оплодотвореніе пылью чужаго или несходнаго растенія, что, наконецъ, оплодотвореніе пылью другаго вида бываетъ иногда плодороднѣе, чѣмъ оплодотвореніе пылью того же вида *). Сознавая невозможность предложить какой-нибудь положительный критерій для отличія вида отъ разновидности,

*) Читатели, желающіе подробнѣе ознакомиться съ этимъ вопросомъ и вообще съ теоріей Дарвина, найдутъ общепонятное ея изложеніе въ моей книгѣ „Чарльзъ Дарвинъ и его ученіе“ 1883.

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, напр., свыше четырехъ видовъ,—являются разногласія. До чего могутъ доходить эти разногласія—видимъ изъ одного примѣра: въ родѣ *Niegasium* ботаники насчитываютъ, кто—20 видовъ, кто—300. 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 признаваемого, 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. Постараемся 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; да 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 передъ собой 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“, почти такъ же какъ дитя есть неразвившійся человекъ—взрослый человекъ 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 человекъ изъ ребенка, или это два независимыя существа. Увидать собственными глазами это превращеніе нашему воображаемому существу не удалось бы, по краткости его 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, современемъ будетъ старикомъ и старикъ когда-то былъ ребенкомъ. Предположимъ далѣе, что на это заключеніе другое, подобное же, воображаемое существо возразило 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

*) 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.

никогда не былъ ребенкомъ“. Скажите, на чьей сторонѣ будетъ 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 псевдо-философскій скептицизмъ? Но таково именно положеніе двухъ противоположныхъ лагерей ученыхъ по отношенію къ вопросу о видѣ. Жизнь, не только одного человѣка, 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, послѣдовательные 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 породъ 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 постоянныхъ видовъ имѣется въ запасѣ еще одинъ и очень вѣскій доводъ. Они говорятъ: допустимъ, что виды происходятъ одни изъ другихъ, но куда же дѣлись въ такомъ случаѣ всѣ тончайшія переходныя формы, которыя должны же были существовать? Почему онѣ исчезли? Почему виды представляютъ намъ совершенно обособленные, разрозненные группы существъ? Напомнивъ 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 они разбивались объ этотъ сокрушающій доводъ. Какъ относится къ нему теорія Дарвина, мы увидимъ ниже, когда познакомимся 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 всѣвозможныя возраженія противъ допущенія, что органическій міръ имѣетъ исторію. Согласно 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—припособленіе органа къ его отправленію, организма—къ обитаемой ими 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 усматривали 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 выяснитъ какимъ образомъ, путемъ историческаго развитія, органическій міръ могъ придти къ той степени совершенства, которую мы въ немъ усматриваемъ, Дарвинъ задался прежде вопросомъ: какъ достигаетъ 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 вполне соотвѣтствуютъ имѣющимся въ виду цѣлямъ. Въ самой простой и совершенной формѣ отборъ этотъ заключается въ истребленіи

*) См. 8 главу.

всѣхъ неудовлетворительныхъ особей; когда садовникъ, напр., желаетъ вывести или поддержать новую разновидность растенія, онъ ограничивается тѣмъ, что уничтожаетъ всѣ растенія, не 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 въ родѣ 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*, познакомимся съ сущностью *дѣла* и тогда легко поймемъ мысль великаго ученаго. Для того, чтобы скачекъ 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 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 казался слишкомъ страннымъ, мы можемъ сдѣлать въ немъ небольшую постановку и тогда онъ намъ представится совершенно въ иномъ свѣтѣ. Мы видѣли, что въ наиболѣе простой и дѣйствительной формѣ процессъ отбора сводится на уничтоженіе неудо-

летворительныхъ 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 другаго, 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 вполнѣ оцѣнить, какъ быстро размножаются органическія существа. Такъ, напр., если бы сохранилось все потомство одного растенія одуванчика, желтые цвѣты котораго непріятно пестрятъ наши газоны, то чрезъ десять-двѣнадцать лѣтъ оно покрыло бы всю сушу на землѣ. Но одуванчикъ еще не особенно плодовитъ; самая обыкновенная изъ нашихъ 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 плодовитости: есть орхидныя, сѣмена которыхъ должно считать милліонами; вспомнимъ, наконецъ, тѣ невидимыя для глаза пылинки — споры, которыя покрываютъ изнанку листьевъ папоротника или заключены въ колоскахъ плауна; каждая изъ нихъ способна дать начало новому растенію.

Какими же послѣдствіями должно сопровождаться это гро-

мадное 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, схватка, изъ которой выходятъ 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, разумѣя подъ совершенствомъ, какъ уже сказано, приспособленіе органа къ отправленію, организма — къ средѣ. Въ чемъ 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 неизбежное послѣдствіе, сохраненіе совершеннѣйшаго или, какъ Дарвинъ выражается иносказательно, *естественный отборъ*, представляетъ необходимое логическое слѣдствіе закона быстраго размноженія органическихъ существъ *). И не одни только подобныя дедуктивныя доказательства можно привести

*) 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 такое заблужденіе 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 пріемовъ.

въ подтвержденіе факта борьбы и отбора; непосредственное наблюденіе приводитъ къ тому же выводу. Стоить, напр., 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 чрезъ нѣсколько лѣтъ замѣтить, что нѣкоторые изъ колеровъ будутъ вытѣснять остальные; значить, даже такой незначительный признакъ, какъ цвѣтъ (а, вѣроятно, 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 cadaго 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 одолеваятъ 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 другаго. Наконецъ, какъ справедливо было замѣчено, стоитъ только вспомнить тѣ усилія, которыя земледѣлецъ долженъ дѣлать, чтобъ оградить свои поля отъ вторженія полчищъ сорныхъ травъ, для того, чтобы понять, какую борьбу должны были бы выдерживать и какъ неминуемо погибли бы въ этой борьбѣ наши воздѣлываемыя растенія, если бы были предоставлены своимъ 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. къ совершенствованію, хотя бы ускользающему отъ наблюденія въ каждомъ отдѣльномъ

поколѣній. Если мы примемъ во вниманіе свидѣтельство геологій о томъ почти неизмѣримомъ періодѣ 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 рассматриваемо какъ необходимое логическое слѣдствіе трехъ основныхъ свойствъ, присущихъ организмамъ. Эти свойства: способность измѣняться, способность передавать потомству приобрѣтенныя измѣненія, т.-е. наследственность и способность размножаться, неразрывно связанная съ воспроизведеніемъ.

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 причиной, вызывающей въ организмъ измѣненія, должно быть непосредственное или посредственное дѣйствіе внѣшнихъ условий, 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, зависятъ, главнымъ образомъ, отъ двухъ обстоятельствъ: во-первыхъ отъ того, что когда уже обнаружилось отклоненіе, то уже поздно доискиваться его причины, а во-вторыхъ отъ того, что внѣшнія вліянія рѣдко оказываютъ дѣйствіе на вполне развитый организмъ, а, вѣроятнѣе, гораздо чаще на организмы зачаточные, еще развивающіеся, что само собою понятно, такъ какъ чѣмъ раньше подѣйствуетъ вліяніе,

тѣмъ глубже должны быть послѣдствія. Доказательствомъ того, какъ глубоко дѣйствуютъ причины, вліяющія въ первые моменты существованія, служить, напр., невозможность передачи нѣкоторыхъ уклонныхъ формъ иначе какъ путемъ безполаго размноженія, такъ какъ вліяніе другаго родителя въ процессѣ полового размноженія достаточно сильно, чтобы потрясти всю организацію и воспрепятствовать передачѣ желаемаго признака. Одну изъ вторичныхъ причинъ измѣнчивости слѣдуетъ видѣть въ дѣйствіи такъ называемаго закона „соотношенія развитія“, состоящаго въ томъ, что чрезмѣрное развитие одной части влечетъ за собою недоразвитіе другой; организмъ, располагая въ данный моментъ только извѣстнымъ количествомъ питательныхъ веществъ, по выраженію Гете, „расщедрившись въ одномъ направленіи, долженъ соблюдать экономію въ другомъ“. Наконецъ, однажды сложившійся, органъ можетъ развиваться далѣе въ силу именно своего употребленія, что особенно ясно замѣтно у животныхъ.

Измѣненія, возникающія подъ вліяніемъ физическихъ условій, 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. Поставимся пояснить на примѣрѣ какая доля явленія должна принадлежать собственно измѣнчивости, какая доля — послѣдующему дѣйствію отбора. Выше мы пытались объяснить себѣ 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 ро-

*) См. VII лекцію.

ста подѣ влияніемъ силы тяжести, и это измѣненіе зависитъ отъ неравномѣрнаго роста верхней и нижней части органа. То же влияніе 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, оправдываютъ 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, напр., у растений 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 бисти или цвѣты прямостоячіе сохраняютъ вполнѣ правильную форму. Подобное явленіе можно замѣтить у колокольчиковъ, у гloxиній и проч. Наоборотъ, у растений съ цвѣтами симметрическими, напр., у губоцвѣтныхъ, орхидныхъ и др., нерѣдко верхушечный цвѣтокъ принимаетъ совершенно правильную форму. Это явленіе попадается и у шалфея—всѣ боковые цвѣты соцвѣтія представляютъ характеристическую двугубую форму, а верхушечный цвѣтокъ порой представляется совершенно правильнымъ. И такъ, 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 представятъ 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, подѣ вліяніемъ отбора, ту своеобразную, полезную для растенія форму. Изъ этого примѣра мы видимъ, что для объясненія происхожденія какой-нибудь, хотя бы самой сложной формы, достаточно показать, что первоначальное измѣненіе могло возникнуть подѣ вліяніемъ физическихъ силъ (дѣйствующихъ рѣдко на вполне развитой, 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 подѣ 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 *пріогі*, 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 передается 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 цѣлю, а вполне понятнымъ результатомъ достоверныхъ, 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 соотноше-

ніи съ опредѣленною совокупностью внѣшнихъ условій. Но изъ этого не слѣдуетъ, чтобъ 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 (elimination) 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 (elimination) 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 неизбѣжную роковую необходимость, и въ тоже 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, не постоянная, то она не можетъ быть и безусловной; и это вполне согласно съ дѣйствительностью: абсолютнаго совершенства мы и не встрѣчаемъ въ природѣ. Самымъ совершеннымъ органомъ справедливо считаютъ глазъ, но и о немъ Гельмгольцъ, лучший знатокъ этого дѣла и въ то же время человѣкъ, не любящій пустозвонныхъ фразъ, могъ выразиться, что еслибъ онъ получилъ отъ оптика приборъ съ такими недостатками, то вернулъ бы его для исправленія.

Мы видимъ, слѣдовательно, что теорія Дарвина объ-

ясняетъ 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 характерическихъ признаковъ ни одной изъ двухъ. Нерѣдко можно слышать возраженіе въ родѣ слѣдующаго: если береза и дубъ находятся въ родствѣ, то покажите намъ организмъ, который былъ бы полуберезой, полудубомъ. Такой организмъ дѣйствительно вѣроятно никогда не существовалъ. Сущестующіе теперь организмы находятся въ родствѣ не потому, чтобъ 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 бы и не узнали 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, напр., 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 деревенѣетъ, 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. Одно и то же растеніе не можетъ же образовать и кочанъ, и трость. 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, эти промежуточные формы между видами дѣйствительно не существуютъ и, какъ только-то 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 цвѣточной капустѣ не заботился о стеблѣ или листьяхъ, лишь бы соцвѣтіе было покрупнѣе, помясистѣе, специалистъ по декоративнымъ сортамъ заботился только объ окраскѣ и формѣ листьевъ 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 менѣе рѣзкихъ представителей, 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 въ томъ же полѣ, необходимо ихъ смѣнять изъ года въ годъ,—на этомъ 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, если растительность будетъ разнообразная, чѣмъ если она будетъ однообразная. Значитъ, 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 представляющихъ 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 видовыми, 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, ко-

которые современная биология, 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 бѣольшую 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. Согласное свидѣтельство всѣхъ отраслей биологической науки—систематики, сравнительной анатоміи, эмбриологіи, палеонтологіи—убѣждаютъ 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 возрастающая прогрессія размноженія, мы вынуждены были придти къ заключенію, что этотъ историческій процессъ долженъ необходимо вести организмы къ совершенствованію, къ тому, что Дарвинъ мѣтко называлъ „естественнымъ отборомъ“. Его теорія, слѣдовательно, не предлагаетъ намъ объясненія для той или другой спеціальной формы, для того или другаго 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 то сдѣлать, въ видѣ примѣра, по отношенію къ цвѣтку шалфея), то происхожденіе самой сложной формы, подъ усло-

віємъ, чтобы 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 знаніе современной фیزیологіи; 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 клеточекъ, 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 клетки, 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 утомительный, порою скучный, но, тѣмъ не менѣе, позволяю себѣ надѣяться, не вполнѣ безплодный. Если, хотя для нѣкоторыхъ изъ васъ, милостивые 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 вы будете видѣть въ глубь его безчисленныхъ клеточекъ, увидите непрерывно, подобно морскому прибору, вращающуюся протоплазму, это начало всякой жизни; если тѣми же умственными взорами вы будете видѣть схоронившійся въ землѣ корень, пробѣгающій свой много-

верстный путь, сосущій и гложущій частицы почвы; если зеленый листъ будетъ вызывать въ вашемъ умѣ представленіе о ничтожной кручинѣ хлорофилла, въ которой совершается величественный и далеко еще не разгаданный процессъ превращенія солнечнаго луча въ ту химическую силу, которая служитъ источникомъ всякаго проявленія жизни на нашей планетѣ; если въ цвѣткѣ, съ толкущимися вокругъ него насѣкомыми, вы не будете видѣть одну лишь затѣйливую форму, а 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 раскидистой метелкой, то обхватывая своими кольцами и взбѣгая по избранной жертвѣ, для того чтобы 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.

РАСТЕНИЕ 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, расходуется; 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. Отсутствие или недостатокъ пищи вызываетъ упадокъ силъ. Голодное животное, голодный человѣкъ безсильны. Съ пищей

*) Публичная лекція, читанная въ И. Техническомъ Обществѣ въ С.-Петербургѣ въ 1875 году.

возвращаются и силы. Пища подкрѣпляетъ. Чѣмъ значительнѣе работа, которую производитъ организмъ, тѣмъ болѣе онъ 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 живаго механизма нашего тѣла, но она же приводитъ въ движеніе этотъ механизмъ. Питаясь, человѣкъ или животное поддерживаетъ не только 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.

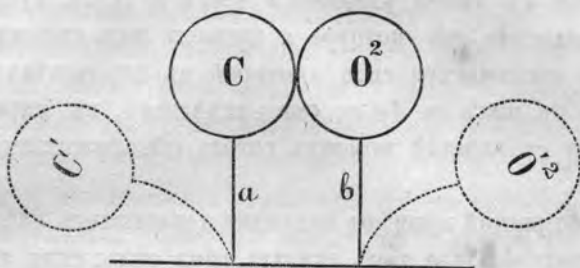
Чтобы получить удовлетворительный отвѣтъ на этотъ вопросъ, необходимо познакомиться со свойствами растительнаго вещества и съ условіями его происхожденія. Мы говоримъ растительнаго вещества, такъ какъ понятно, что животная пища косвенно происходитъ изъ растительной. Мясо не что иное, какъ переработанная 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 вѣшнюю природу, онъ называетъ силою или силами неизвѣстныя ему причины явленій, то-есть 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 O^2 посредствомъ двухъ стальныхъ пружинъ, на которыя они насажены.



Фиг. 63.

Для того, чтобы раздвинуть эти шары, привести ихъ въ положеніе С и O^2 , я долженъ сдѣлать усиліе, затратить силу. Преодолывая сопротивленіе пружинъ, отрывая одинъ шаръ отъ другаго, 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 при подобной работѣ истрачивается тѣмъ болѣе силъ, чѣмъ болѣе поднимаемая тяжесть и чѣмъ болѣе высота, на которую ее нужно взнести. Поднятіе единицы вѣса (или точнѣе массы), т.-е. фунта, пуда, килограмма, на единицу высоты, т.-е. футъ, метръ и пр., 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.

И такъ, 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 про-

изошло съ нашими шарами. Измѣнилось ихъ взаимное положеніе, а, вмѣстѣ съ тѣмъ, въ нихъ появилась возможность придти 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 различныя состоянія, два, такъ сказать, типа силы: силу явную, открытую, активную, *проявляющуюся* въ движеніи (моей руки, шаровъ), и силу скрытую, *покоющуюся* въ видѣ запаса, однимъ словомъ, силу натянутой пружины. Озираясь вокругъ, мы на каждомъ шагу 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 заключаютъ 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 этой 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 вза-

имно превращаются; наши шары представляют наглядный тому примѣръ. Явная энергія, которую я затратилъ на разъединеніе шаровъ, не исчезла, а превратилась въ потенциальную энергію, въ напряженіе пружинъ. Въ такомъ видѣ я могу ее запасать, 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 потенциальную энергію часовой пружины, которая, затѣмъ, исподволь, въ теченіе сутокъ, принимаетъ форму явной, въ движеніи стрѣлокъ. Нѣчто подобное же производитъ человѣкъ, дѣлающій запасъ на старость или на черный день; онъ превращаетъ избытокъ явной энергіи, механической или умственной, въ потенциальную, 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 приобрѣтеніе XIX вѣка.

Но 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, прояви-

лась другая сила — теплота. Ударившись, шары нагрѣлись. Доказать это въ настоящемъ частномъ случаѣ было бы нѣсколько хлопотливо, потому что повышеніе температуры незначительно, но въ томъ, что тѣла отъ удара нагрѣваются, не можетъ сомнѣваться никто, когда-либо высѣкавшій огонь. Примѣры этого перехода попадаютъ на каждомъ шагу: при сверленіи металла стружки сильно нагрѣваются; треніемъ куска дерева о кусокъ дерева можно ихъ воспламенить; изъ-подъ тормоза быстро остановленнаго поѣзда сыплются искры; пуля, ударяясь о твердую преграду, отчасти сплавляется. Эти явленія превращенія механической силы въ теплоту давно обращали на себя вниманіе; они побудили, напримѣръ, знаменитаго 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 сообщить 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 толчекъ, сообщаемый 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 дѣйствительно учитъ, что теплота не что иное какъ весьма быстрое, невидимое, но ощущаемое нами сотрясеніе частицъ тѣла. Такимъ образомъ, движеніе моей руки, чрезъ посредство видимаго движенія шаровъ, превратилось въ невидимое движеніе частицъ шаровъ. Это движеніе, т.-е. теплота, сообщилося сначала ближайшимъ тѣламъ и затѣмъ, распространяясь далѣе и далѣе, разсѣялось въ пространствѣ. Разсѣялось, но не уничтожилось. Сила, затраченная мною на разединеніе шаровъ не исчезла безслѣдно. Въ конечномъ результатѣ, произведя эту работу, я согрѣлъ вселенную, на неуго-

вимую, неизмѣримо малую величину, — но все же согрѣлъ. Цѣлый рядъ изслѣдованій показали, что при этомъ превращеніи механической 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, и 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, то-есть 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 строгое 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 энергій.

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 удара 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 проявляется теплота и свѣтъ, такъ при ударѣ частицъ кислорода воздуха о частицы углерода и водорода, изъ которыхъ состоитъ нашъ свѣтильный газъ или нашъ керосинъ, развивается 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 (то-есть соединеніе углерода съ водородомъ), свѣтильный газъ или керосинъ и кислородъ, послѣ горѣнія имѣемъ—углекислоту и воду.

Слѣдовательно, каждый атомъ углерода водорода, или ихъ соединеній, находятся, 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 толчекъ. Для того, чтобы сжечь кусокъ угля, его нужно поджечь, то-есть процессъ горѣнія долженъ ему сообщиться извнѣ. Но это присущее углероду стремленіе соединяться съ кислородомъ нагляднѣе проявляется въ явленіяхъ самовозгаранія. Давно

было, напримѣръ, 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 самовозгаранія котораго обнаружилось выходящимъ изъ него дымомъ, оказалось, что внутри кучи оно уже совершенно обуглилось и что этотъ рыхлый, блестящій, на подобіе 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, то-есть соединеніе съ кислородомъ, можетъ происходить само собою, то-есть 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, то-есть 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, то-есть 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 распредѣляется на болѣе продолжительное время, то оно будетъ менѣе 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 мышъ, или птицу, и вскорѣ увидимъ, что послѣдствія будутъ одни и тѣ же: свѣча погаснетъ, животное умретъ, а въ воздухѣ, содержавшемъ прежде кислородъ и не содержавшемъ 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, человѣку необходимо принимать новыя количества вещества, въ видѣ пищи. Часть пищи играетъ въ организмѣ такую же роль, какъ топливо въ машинѣ, то-есть сгораетъ—конечно, не прямо, а сначала превратившись въ вещество нашего тѣла. То, что теряется для организма какъ вещество, выигрывается, какъ сила. Мы можемъ, говорить знаменитый фізіологъ Клодъ Бернаръ, считать фізіологическою 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 или 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 75000 пудофутовъ. Конечно, организмъ, такъ-же какъ и машина, не въ состояніи превратить въ полезную работу весь запасъ энергіи, представляемой его топливомъ, то-есть окисляющимися частями организма: фізіологическіе опыты показываютъ, однако, что въ этомъ отношеніи онъ далеко превосходитъ всѣ наши паровыя машины.

Мы подвинулись въ разрѣшеніи поставленнаго нами вопроса настолько, что уже знаемъ, какого рода сила заключается 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 сгораютъ. Сжигаютъ лѣса, а растительность не уничтожается; исчезаютъ поколѣнія, а человѣчество живо. Еслибы все только горѣло, то на поверхности земли давно не было бы ни растений, ни животныхъ, была бы только углекислота и вода.

Очевидно, въ природѣ должно существовать явленіе обратное горѣнію, то-есть превращеніе веществъ въполнѣ 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 опредѣленностію, съ такою очевидностію, 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 не замѣтно. Очевидно, въ природѣ долженъ существовать процессъ, который этотъ *испорченный* воздухъ вновь превращаетъ въ *хорошій*. Не принадлежитъ ли эта роль растенію? Въ 1772 году, 18-го августа, Пристлей сдѣлалъ слѣдующій опытъ: подъ стеклянный колшакъ,

помѣщенный надъ водой, подъ которымъ потухла свѣча или задохлась мышь, онъ ввелъ растеніе (мяту) и оставилъ его нѣсколько 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 опредѣлялось взаимное отношеніе двухъ царствъ природы. Современники оцѣнили всю важность открытія Пристлея. Королевское Общество присудило ему большую Коплейскую медаль и президентъ Общества, Прингль, въ слѣдующихъ, краснорѣчивыхъ хотя нѣсколько витіеватыхъ выраженіяхъ пояснилъ всю громадность заслуги Пристлея. „Это открытіе, сказалъ онъ, убѣждаетъ насъ, что не существуетъ бесполезныхъ растений. Начиная съ величественнаго дуба и кончая послѣднею мелкою былинкой, 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 служить для построенія его тѣла. Слѣдовательно, въ атмосферной углекислотѣ мы должны видѣть главнѣйшую пищу растенія, хотя еще долгое время эту роль приписывали 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, упущенное Пристлеемъ, было вскорѣ открыто Ингенгузомъ; но для того, чтобъ 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 напряженіемъ 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 содѣйствія. 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 бѣльшимъ 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 распадаенія или, какъ ихъ называютъ, диссоціаціи. Для того, чтобы подвергнуть диссоціаціи углекислоту или воду, ихъ нужно пропускать чрезъ раскаленные трубки. Подъ вліяніемъ сообщаемого имъ движенія, то-есть теплоты, эти соединенія какъ бы расшатываются и распадаются на свои составныя начала, которыя должны быть удаляемы по мѣрѣ появленія, иначе они могутъ вновь соединиться и мы не получимъ полнаго разложенія. Отношенія 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, ни болѣе, ни менѣе, должно поглотиться при возстановленіи 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 силу? Само создать ее оно не можетъ: сила не созидается. Очевидно, оно должно получить ее извнѣ. Разложеніе углекислоты въ растеніи можетъ происходить только подъ условіемъ постояннаго притока силы изъ внѣшняго источника. Вотъ это-то условіе и ускользнуло отъ вниманія Пристлея; открытіе его 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 распшываетъ 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 порою эта теплота становится пожалуй болѣе чѣмъ пріятною, но нужно длинное сѣпленіе умозаключеній и вычисленій, чтобы убѣдить насъ, что это не только сила, но и громадная сила, мало того,—что это единственная сила, которою человѣкъ пользуется для своихъ цѣлей. Въ самомъ дѣлѣ, кромѣ силы морскаго 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 дѣятельностію солнца. Въ электрической искрѣ намъ свѣтитъ солнце, и это не трудно доказать. Электрическій токъ, накаливающій угли, зависитъ отъ того, что въ батареяхъ окисляется, стараетъ извѣстное 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 лу-

чомъ электрической искры. Явная энергія солнечнаго луча, потраченная на разложеніе углекислоты въ растеніяхъ, приняла форму скрытой, потенціальной энергіи, какою обладаетъ освобожденный изъ углекислоты углеродъ; эта потенціальная 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 потенціальная энергія приняла форму явной, въ видѣ электрическаго тока, который, накаливъ угли, проявился въ видѣ свѣта. Такова сложная цѣпь превращеній энергіи, связывающая явленія, совершающіяся на землѣ съ дѣятельностью солнца. Но мы можемъ составить себѣ болѣе опредѣленное понятіе о значеніи солнечнаго лучеиспусканія, сдѣлавъ примѣрную оцѣнку того количества силы, которое доставляется намъ солнцемъ. Мы можемъ опредѣлить, какое количество единицъ теплоты солнце посылаетъ на извѣстную квадратную площадь земли, а зная механическій эквивалентъ теплоты, въ состояніи выразить силу 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 5000 паровыхъ машинъ въ 20 силъ каждая. Дѣлая далѣе вычисленія, — какія колоссальныя цифры представляетъ количество тепла, выпадающаго на квадратную милю, — онъ восклицетъ: „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; наконецъ,

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 самой потребностью въ водѣ, такъ какъ даютъ тѣмъ болѣе воды, чѣмъ сильнѣе освѣщеніе, а, слѣдовательно, чѣмъ сильнѣе засуха.

Всего сказаннаго достаточно, чтобы убѣдить насъ, что солнечный свѣтъ представляетъ могучій источникъ силы и что эта сила разлагаетъ въ растеніи углекислоту. Само 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 животнаго, 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 было понято 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 запасомъ солнечной энергіи мы пользуемся въ нашемъ топливѣ, въ нашей жизни и т. д. Но предоставимъ лучше ему

самому говорить своимъ нѣсколько вычурнымъ, но краснорѣчивымъ, образнымъ языкомъ. „Природа“, говоритъ онъ, „по-видимому, поставила себѣ цѣлью уловить на лету изливающейся 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 накапливающийся 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 какаго-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 лучомъ. Извѣстно, что лучъ солнечнаго свѣта или какого другаго бѣлаго 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 бѣлаго 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 широкая полоса, окрашенная въ только что перечисленные семь

радужныхъ цвѣтовъ: съ одного края будетъ красный, съ другаго 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 глазъ. 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 стекло задерживаетъ одни лучи и пропускаетъ другіе, то оно будетъ окрашено въ цвѣтъ тѣхъ лучей, которые оно пропускаетъ. Если лучъ, отраженный отъ цвѣтнаго 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—отчего 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 *листозелени*. Этимъ крупинкамъ хлорофилла растеніе обязано своимъ зеленымъ цвѣтомъ, подобно тому какъ кровь обязана своимъ цвѣтомъ плавающимъ въ безцвѣтной пясекъ кровянымъ шарикамъ. Теперь посмотримъ, что станетъ съ лучомъ солнца,

когда онъ упадетъ на поверхность зеленого листа; какіе лучи пройдутъ чрезъ листъ, какіе задержатся въ немъ? Для этого стоить 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 не прозрачныхъ 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 пройдутъ не поглощаясь; на мѣстѣ же самыхъ яркихъ красныхъ, оранжевыхъ и части желтыхъ въ спектрѣ будетъ черная полоса; зеленые лучи также не будутъ поглощены, въ спектрѣ будетъ яркая зеленая полоса; синіе и фіолетовые лучи будутъ 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 чернымъ промежуткомъ. Изъ этого мы можемъ заключить, что получаемый нами отъ растенія зеленый цвѣтъ не чисто зеленый, а смѣсь зеленаго и краснаго. Въ справедливости этого можно убѣдиться весьма простымъ и любопытнымъ опытомъ. Самое обыкновенное, встрѣчающееся въ продажѣ, синее стекло, поглощая всѣ зеленые лучи, пропускаетъ часть красныхъ. Понятно, что если смотрѣть чрезъ такое стекло на зеленую растительность, то оно, поглощая посылаемые въ нашъ глазъ зеленые лучи, будетъ допускать до него только красные. Нѣмецкіе оптики воспользовались этимъ фактомъ для того, что-

бы предложить публикѣ, подѣ нѣсколько замысловатымъ названіемъ *эритро-фитоскопа*, довольно забавный инструментъ. Это просто синіе очки, но стоить ихъ только надѣть—и весь міръ представляется „въ розовомъ свѣтѣ“. Подѣ яснымъ, синимъ небомъ развертывается фантастическій ландшафтъ съ кораллово-красными лугами и лѣсами. На этотѣ фактъ не мѣшало бы обратить вниманіе инымъ живописцамъ, нерѣдко угощающимъ въ своихъ ландшафтахъ невозможною, никогда не виданною, 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, вслѣдствіе чего въ его спектрѣ на этомъ мѣстѣ появляется черная полоса. Тотъ же фактъ можно провѣрить надѣ отдѣльнымъ хлорофилловымъ зерномъ подѣ микроскопомъ. Вмѣсто того, чтобы прокладывать спектръ на стѣнѣ, можно, при помощи собирательнаго стекла, получить его подѣ 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, которые поглощаются растворомъ. Значитъ, 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.

*) 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 зеленью листьевъ.

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 приобретаетъ 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, т.-е. 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 отправления. Но потомъ возникли новыя сомнѣнія; существуютъ растенія не зеленныя, а, 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 бурья 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 черный листъ какого-нибудь *Coleus* или другаго пестролистнаго растенія въ сла-

бый растворъ сѣрнистой кислоты, и онъ тотчасъ позеленѣть. Это зависитъ оттого, 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. Выброшенные на берегъ и разлагающіеся водоросли нерѣдко представляютъ всѣ переходы отъ свойственныхъ имъ цвѣтовъ къ зеленому; это зависитъ оттого, 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 опытомъ справедливость высказаннаго предположенія, не будетъ ли разложеніе углекислоты происходить именно насчетъ лучей, поглощаемыхъ хлорофилломъ. Для этого стоило только повторить опытъ Пристлея одновременно въ различныхъ частяхъ спектра. Опытъ произведенъ былъ слѣдующимъ образомъ: взять рядъ стеклянныхъ трубочекъ, наполненныхъ смѣсью воздуха съ нѣсколькими процентами углекислоты и заключавшихъ 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 въ крайнихъ красныхъ лучахъ и въ зеленыхъ не было разложенія углекислоты; оно происходило только въ тѣхъ лучахъ,

которые соотвѣтствуютъ черной полосѣ въ спектрѣ хлорофилла, такъ что тѣ лучи, которые не поглощаются хлорофилломъ, и не разлагаютъ углекислоты, тѣ же, которые поглощаются, разлагаютъ, и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ сильнѣе поглощаются.

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 внутреннюю химическую работу. Очевидно, мы въ правѣ заключить, что между приходомъ и расходомъ силы въ растеніи усматривается полная соотвѣтственность.

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 просмотрѣть 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, напримѣръ, листь, и отрѣзываемъ отъ него пробу для изслѣдованія подъ микроскопомъ, или, еще лучше, беремъ такое растительное тѣло, которое можно прямо наблюдать подъ микроскопомъ таковы, напримѣръ, зеленныя выдородли, такъ называемая тина. Убѣдившись что въ зернахъ хлорофилла не заключается никакихъ постороннихъ тѣлъ *), мы выставляемъ 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 болѣе или менѣе продолжительнаго дѣйствія солнца мы вновь

*) Что достигается обыкновенно предварительнымъ, болѣе или менѣе продолжительнымъ, выдерживаніемъ растенія въ темнотѣ.

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 дѣйствіи 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. Крахмалъ 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, чтобы 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.

Группа углеводовъ представляетъ преобладающую составную часть растительной пищи; такъ, крахмалъ составляетъ $\frac{3}{4}$ вѣса пшеничнаго зерна и $\frac{1}{5}$ сухаго вещества картофеля. Кромѣ крахмала къ этой группѣ относятся много другихъ веществъ, какъ,

напримѣръ, сахаръ и клѣтчатка, то-есть то вещество, изъ котораго состоитъ весь твердый остовъ растений, начиная съ тонкихъ былинъ и кончая стволами деревъ. 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, напримѣръ, при проростаніи 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. Значитъ, 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. За то оно находится въ зависимости отъ присутствія углеводовъ. Стоитъ 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 расте-

нія 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, бѣловаго вещества. Конечно, такое производство 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 изъ углекислоты и воды; всѣ же остальные тѣла могутъ произойти и въ отсутствіи свѣта.

Теперь только мы въ состояніи вполнѣ оцѣнить значеніе процессовъ, совершающихся въ хлорофилловомъ зернѣ подъ вліяніемъ 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 обѣщаютъ въ будущемъ Мушо и Эриксонъ, — машину, дѣйствующую даровою силой солнца. Этимъ объясняется прибыльность труда земледѣльца: затративъ сравнительно небольшое количества 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, скармливаетъ 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 химіи 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 теплоты; 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 чело-вѣчества. Имѣющіяся у насъ данныя позволяютъ разрѣшить этотъ вопросъ утвердительно—предѣлъ есть, и мы въ состоя-ніи 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 столь-ко же тепла, сколько выдѣляется при сжиганіи этого веще-ства. Такъ, напр., 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 горю-чаго вещества заключаетъ жатва, полученная 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 силы на нашемъ полѣ и, слѣ-довательно, можемъ заключить какою ея частью мы пользуем-ся, 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 ве-щества лѣса заключаетъ въ себѣ около $\frac{1}{700}$ всего количества тепла, посылаемаго на соотвѣтствующую площадь земли за шестимѣсячный періодъ растительности. При этомъ не при-

нять во вниманіе приростъ корней. Одна изъ наиболѣе интенсивныхъ полевыхъ культуръ — культура земляной груши утилизируетъ такимъ образомъ $\frac{1}{130}$ всей получаемой отъ солнца энергіи. Органическое вещество сѣна (райграсъ) и корневыхъ остатковъ при самомъ большомъ сборѣ представляетъ въ видѣ запаса $\frac{1}{133}$ получаемой солнечной энергіи. Наконецъ, самыя большіе сборы овса и ржи (зерна, 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 предѣлъ производительности растенія не можетъ совпадать съ физическимъ. Противъ приведенныхъ цифръ, основанныхъ на результатахъ различныхъ культуръ, можно сдѣлать то возраженіе, что хотя полевая растительность, 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 измѣренной 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

*) 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.

данныя для вычисленія соотношенія между приходомъ силы и расходомъ ея на разложеніе углекислоты. Оказывается, что на разложеніе тратится среднимъ числомъ $\frac{1}{100}$ всей получаемой энергіи, а въ болѣе благоприятномъ 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 физиологической производительности, такъ какъ растенія поставлены въ наиболѣе благоприятныя условія. Итакъ, мы видимъ, какъ близки самыя интенсивныя наши культуры къ тому, что мы называли физиологическимъ 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 человѣка, работы, въ растеніи совершаются и другія работы, для человѣка совершенно непроизводительныя *). Во первыхъ, въ теченіе всей своей жизни растеніе испаряетъ воду: такія громадныя количества воды, что, услыхавъ прямо итогъ, почти отказываешься вѣрить. Для испаренія этого количества воды требуется значительно болѣе тепла, чѣмъ сколько затрачивается на разложеніе углекислоты. Слѣдовательно, рядомъ съ производительною работою образованія органическаго вещества, растеніе затрачиваетъ еще болѣе силы на бесполезную для человѣка работу — испаренія. Но это не единственная, хотя и самая значительная затрата силы 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 со-

*) 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 физиологическихъ опытахъ утилизируется 5% — а въ полѣ 1%.

ставляетъ 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 бросить тѣнь на вершину Хеопсовой пирамиды. Конечно не вся сила, потребная на испареніе и поднятіе, происходитъ насчетъ непосредственнаго нагрѣванія солнечными лучами, но все же значительная ея часть доставляется ими. Къ этимъ источникамъ бесполезной траты солнечной силы 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 силы представляютъ намъ, такъ сказать, издержки производства органическаго вещества посредствомъ растенія. Мы видимъ, слѣдовательно, что растеніе, хотя и очень совершенный аппаратъ для утилизованія 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 силы. Человѣку предстоитъ или усовершенствовать въ этомъ отношеніи растеніе или изобрѣсть, взамѣнъ его, искусственный приборъ, который утилизировалъ бы большій процентъ получаемой силы и при томъ 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 мо-

*) Поднятіе соковъ на значительную высоту можно считать непродуктивнымъ только съ точки зрѣнія количества получаемого вещества, за то оно важно съ точки зрѣнія качества, оно даетъ намъ, на примѣръ, строевой и мачтовый лѣсъ.

жетъ 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 смыслъ, ни одинъ лишний 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 снабдятъ 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 лѣса, наша планета покроется однообразною, погребально-черною поверхностью искусственныхъ поглотителей свѣта. Томсонъ предвѣщаетъ, что нашей вселенной грозитъ неминуемая *холодная* смерть, что нашъ міръ окоченѣетъ 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 же 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, соединясь 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 говоритъ само за себя, но его, конечно, оцѣнять и люди наиболѣе равнодушные къ научнымъ истинамъ. Поэтъ-мечтатель, съ грустью взвѣсившій на прозаическій трудъ ученаго, съ удовольствіемъ, услышавъ 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, услышавъ, что, благодаря ей, „онъ въ правѣ, наравнѣ съ самымъ китайскимъ императоромъ, величать себя сыномъ солнца“ *).

*) Hemboltz. Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte. s. 127.

ПРИМѢЧАНІЯ *).

Къ стр. III. Читатель, который не ограничится, сообщаемыми въ этой книгѣ, общими свѣдѣніями, а пожелаетъ ближе ознакомиться съ современными задачами и направленіемъ ботаники, найдетъ мастерское изложеніе новѣйшихъ пріобрѣтеній этой науки въ книгѣ И. П. Бородина, *Устъхи ботаники*. Благодаря рѣдкому сочетанію строгой научности содержанія съ легкостью и доступностью формы, сухой, дѣловой *Jahresbericht* превращается, подъ перомъ даровитаго автора, въ пріятную книгу для чтенія. Можно только пожелать, чтобы продолженіе этого изданія не замедлило; оно, безъ сомнѣнія, будетъ встрѣчено съ одинаковымъ сочувствіемъ и читателемъ неспеціалистомъ и спеціалистомъ ботаникомъ.

Къ стр. 3. Высказываемыя въ этихъ строкахъ, мысли съ тѣхъ поръ сдѣлали значительные успѣхи. Никто, быть можетъ, болѣе Сакса не способствовалъ расколу между морфологіей и фізіологіей, этому стремленію составить себѣ представленіе о какомъ-то *организмъ безъ органовъ*, предложивъ даже особый терминъ „морфологическій членъ“ въ отличіе отъ „фізіологическаго органа“, и потому особенно странно встрѣтитъ въ его послѣднемъ сочиненіи какъ бы укоры этому искусственному, отвлеченно-морфологическому направленію. Наиболѣе удачной попыткой этого, давно желательнаго, сближенія между фізіологіей и морфологіей должно считать превосходное руководство Ванъ-Тигема (*Traité de Botanique 1881*), гдѣ обѣ части науки излагаются параллельно.

Къ стр. 8. Г. Ціонъ (въ своихъ „Научныхъ бесѣдахъ“ СПб. 1880) находитъ невѣрной эту мысль, что фізіологія животныхъ развилась ранѣе благодаря ея отношенію къ медицинѣ, и объясняетъ этотъ фактъ тѣмъ, что эта наука болѣе соотвѣтствуетъ идеальнымъ стремленіямъ человѣческаго духа. Къ сожалѣнію, г. Ціонъ оставилъ неразъясненнымъ главное обстоятельство—почему носителями этихъ идеальныхъ стремленій являлись исключительно медики? Совершенно сходныя съ высказанными мною, мысли о связи обѣихъ фізіологій съ медициной и земледѣліемъ можно встрѣтитъ въ рѣчи, произнесенной Гукслей на лондонскомъ конгрессѣ медиковъ въ 1881 году.

*) Не желая пестрить изложенія отступленіями, отвлекающими вниманіе читателя и вредящими цѣлости впечатленія, прилагаю нѣкоторые дополненія и разъясненія въ формѣ примѣчаній.

Къ стр. 46 и слѣд. Въ растительной клѣточкѣ явленія диффузіи усложняются еще тѣмъ обстоятельствомъ, что газы и жидкости проникаютъ не черезъ одну, а черезъ двѣ оболочки: наружную изъ клѣтчатки и внутреннюю изъ слоя протоплазмы, но это не вызываетъ такого существеннаго измѣненія, какъ думаютъ нѣкоторые физиологи (Де-Фризе и др.). Если коллодіальный мѣшечекъ представляетъ близкое подобіе клѣточной стѣнки, то протоплазматическому слою легко подражать, приготовляя пленки изъ знакомой намъ *клейковины*. Пленки эти почти такъ же тонки и прозрачны какъ коллодіальныя, но по химическимъ и физическимъ свойствамъ приближаются къ протоплазмѣ, выстилающей стѣнки клѣточекъ. Надъ ними, напр., можно превосходно убѣдиться въ ихъ непроницаемости для коллоидовъ: онѣ сравнительно легко пропускаютъ растворъ соли или сахара и вовсе не пропускаютъ красящаго начала клюквеннаго или черничнаго сока, такъ какъ это вещества коллоидальныя. По той же причинѣ подобныя красящія вещества не проникаютъ черезъ протоплазму и не выдѣляются изъ сока живыхъ клѣточекъ въ окружающую воду, какъ мы это видѣли у Традесканціи (стр. 37). Присутствіе подобнаго же, болѣе плотнаго, слоя протоплазмы должно допустить (и даже имѣются на то прямыя указанія) и на поверхности нагихъ плазматическихъ массъ (плазмодіевъ), о которыхъ упоминается въ IX лекціи.

Къ стр. 78. Это мѣсто можетъ показаться устарѣлымъ, такъ какъ Саксъ предложилъ считать эти организмы *не клѣточными*. Но, признаюсь, для меня эта мысль такъ и осталась темной. Если считать признакомъ клѣтки присутствіе только одного ядра, то и всякую клѣточку, въ періодъ, предшествующій дѣленію, придется считать такой *неклѣткою*.

Къ стр. 113. Сціоптиконтъ, получившій такое широкое приложеніе въ преподаваніи другихъ экспериментальныхъ наукъ, еще очень мало примѣняется въ физиологіи растений. Приведенный опытъ (другой упоминается на стр. 172) можетъ служить примѣромъ успѣшности примѣненія этого прибора. Я уже нѣсколько лѣтъ пользуюсь имъ для демонстраціи самыхъ разнообразныхъ опытовъ; нѣкоторые изъ нихъ описаны мною въ сообщеніи, сдѣланномъ въ петербургскомъ ботаническомъ обществѣ. Въ непродолжительномъ времени, я надѣюсь изложить эти новые приемы демонстраціи физиологическихъ опытовъ въ отдѣльной брошюрѣ.

Къ стр. 119. Изложенный здѣсь и изображенный на фиг. 31, процессъ роста крахмальнаго зерна у орхиднаго растенія *Fajus* совершенно противорѣчилъ, господствовавшему въ то время (въ 1878 году) въ Германіи, ученію Негели. Въ настоящее время онъ всѣми признанъ и послужилъ однимъ изъ первыхъ доводовъ для опроверженія этого ученія, такъ безусловно признаннаго за истину Саксомъ, въ его предшествовавшихъ сочиненіяхъ, и будто совершенно забытаго имъ, въ его послѣдней книгѣ.

Къ стр. 126. Сравненіе между химическимъ дѣйствіемъ свѣта и дѣйствіемъ волнъ, въ настоящее время, представляется еще болѣе близкимъ, такъ какъ, на основаніи новѣйшихъ изслѣдованій, разложеніе углекислоты зависитъ отъ тѣхъ именно свѣтовыхъ волнъ, которыя отличаются наибольшей высотой и крутизной (амплитудой).

Къ стр. 138. Какъ замѣчено выше, въ современной анатоміи растений все болѣе и болѣе проявляется стремленіе не только тщательно изучать

микроскопическія формы, но и добираться до ихъ физиологическаго значенія; въ этомъ направленіи должно видѣть одно изъ проявленій широкаго вліянія, оказаннаго на развитіе всего естествознанія дарвинизмомъ, побуждающимъ изслѣдователя искать въ каждой формѣ полезное для организма приспособленіе. Первой попыткой связнаго изложенія анатомическихъ фактовъ, съ подобной физиологической точки зрѣнія, представляетъ небольшой трактатъ Габерланда «Die Physiologischen Leistungen der Pflanzen-Gewebe», въ Handbuch der Botanik Шенка, почему-то не особенно сочувственно встрѣченный нѣмецкой ботанической критикой.

Къ стр. 150. Количества воды, испаряемой данною площадью культурныхъ растений, весьма различны у различныхъ изслѣдователей. На основаніи новѣйшихъ, заслуживающихъ большаго довѣрія, изслѣдованій, приведенныя цифры должны быть вѣроятно значительно уменьшены.

Къ стр. 151. Я не касаюсь здѣсь теоріи Сакса о движеніи сока въ толщѣ стѣнокъ; новѣйшіе опыты если, быть можетъ, не вполне ее опровергаютъ, то, по крайней мѣрѣ, лишаютъ значенія. При изложеніи ученія о перемѣщеніи веществъ, выработанныхъ листомъ, я также не касаюсь его теоріи движенія крахмала по паренхиматической ткани, такъ называемаго, крахмального слоя; приходится только удивляться, что она такъ долго держится въ наукѣ и еще не встрѣтила основательной критики.

Къ стр. 171 и 178. Предлагаемая въ этой главѣ, объясненія явленій гео-и гелиотропизма существенно отличаются отъ господствующихъ въ нѣмецкой ботанической литературѣ, и какъ замѣчено въ примѣчаніи на стр. 172, могутъ быть заподозрѣны въ отсталости, такъ какъ болѣе приближаются къ покинутымъ почти теоріямъ Дютроше, Гофмейстера и Декандоля; но я того мнѣнія, что пока еще нѣтъ достаточнаго основанія отказываться отъ этихъ простыхъ и вполне удовлетворительныхъ теорій и нѣтъ никакого основанія принимать, совершенно противорѣчащія духу экспериментальной науки, теоріи Сакса, который пытается видѣть въ различномъ отношеніи корня и стебля къ силѣ тяжести и свѣту какое-то первичное, элементарное свойство вещества этихъ органовъ. Саксъ, очевидно, впадаетъ здѣсь въ логическую ошибку, превосходно разобранную Клодь-Бернаромъ въ его общей физиологіи животныхъ и растений—именно желаетъ видѣть простое неразложимое *свойство* тамъ, гдѣ имѣетъ дѣло съ еще очень сложнымъ явленіемъ.

Какъ можно объяснить различное отношеніе къ силѣ тяжести, исходя изъ существующаго различія въ строеніи корня и стебля, подробно разъяснено въ VII лекціи. Саксъ и его сторонники совершенно произвольно допускаютъ, что горизонтально лежащій корень растетъ быстрѣе въ верхней части и, слѣдовательно, существенно отличается въ способѣ роста отъ роста стебля*). При объясненіи явленій гелиотропизма, главное затрудненіе представляетъ, болѣе рѣдкое, явленіе отрицательнаго гелиотропизма, вслѣдствіе чего большинство нѣмецкихъ физиологовъ почитаетъ нужнымъ отказаться отъ изложеннаго въ VII главѣ объясненія, принадлежащаго, главнымъ

*) Помѣщенное на стр. 171 изображеніе растущаго корня основывается на опытахъ г. Саженикова, еще не опубликованныхъ.

образомъ, Декандоллю. Взаимнъ этой теоріи, предлагаются другія, болѣе или менѣе темныя и произвольныя толкованія. Какъ сказано на стр. 179, различныя отношенія къ свѣту вѣроятнъ объясняются сложностью самаго образа дѣйствія свѣта, т.-е. явленія отрицательнаго геліотропизма подойдутъ подъ категорію термотропическихъ. Какъ бы то ни было, очевидно, что только подобнымъ путемъ мы приближаемся къ объясненію, а не довольствуемся голословнымъ допущеніемъ, что у однихъ растений находятся вещества притягиваемыя, а у другихъ вещества отталкиваемыя одной и той же силой—допущеніемъ совершенно излишнимъ, пока является возможность объяснять различіе результатовъ фактическимъ, реальнымъ различіемъ въ строеніи органовъ (геотропизмъ) или фактической, реальной сложностью дѣйствующей причины (геліотропизмъ)—допущеніемъ, во всякомъ случаѣ ничего не объясняющимъ, а только повторяющимъ фактъ въ болѣе темныхъ выраженіяхъ (см. мою рѣчь «Общественныя задачи ученыхъ обществъ», 1884 г. стр. 12).

Къ стр. 177. Приборъ съ зеркальцемъ, описаніе котораго приведено въ этой главѣ, обыкновенно приписывается Рейнке. Дѣйствительно, статья Рейнке появилась почти въ то же время, когда я показывалъ этотъ опытъ на своей лекціи (1876 г.). Но я позволю себѣ напомнить, что приборъ этотъ былъ мною демонстрированъ еще два года ранѣе въ петербургскомъ обществѣ естествоиспытателей.

Къ стр. 234. Высказанное здѣсь мною, предположеніе о физиологическомъ значеніи сна листьевъ получило съ тѣхъ поръ полное подтвержденіе въ изслѣдованіяхъ Дарвина, помѣщенныхъ въ его сочиненіи „О способности растений къ движенію“. Я не касаюсь въ этой главѣ ученія о такъ называемой круговой нутаціи, такъ какъ изложеніе его потребовало бы значительнаго развитія. Дарвину, во всякомъ случаѣ, принадлежитъ честь открытія распространенности этого круговаго движенія вершинъ, растущихъ или подвижныхъ органовъ и обобщенія этимъ путемъ разнообразныхъ случаевъ движенія, но нельзя не согласиться съ его критикомъ Визнеромъ, что это движеніе не представляетъ собою простаго, первичнаго явленія, а лишь результатъ совокупнаго дѣйствія нѣсколькихъ физическихъ силъ.

Предположеніе мое о физиологической роли складыванія листочковъ мимозы высказано, почти буквально въ тѣхъ же выраженіяхъ, Саксомъ въ его послѣдней книгѣ.

Къ стр. 240. Вопросъ о томъ—существуетъ ли въ животномъ организмѣ хлорофиллъ, какъ продуктъ самаго организма, или это только поселившіяся въ немъ одноклѣтныя водоросли,—едва ли можно считать истощеннымъ. Въ большинствѣ случаевъ, это, повидимому, растительные организмы, сохраняющіе свое отравленіе среди животнаго организма, получая отъ него углекислоту и снабжая его кислородомъ; но рядомъ съ этими явленіями, по мнѣнію Энгельмана, существуютъ и случаи образованія хлорофилла самимъ животнымъ организмомъ.

Къ стр. 309. Въ то время, къ которому относятся эти строки (1878 г.), я былъ единственнымъ ботаникомъ, отстаивавшимъ мнѣніе, что физиологическая роль хлорофилла объясняется его оптическими свойствами, т.-е. своеобразнымъ поглощеніемъ свѣта. Несмотря на одиночество своего положенія, я считалъ свои опыты настолько доказательными и возраженія про-

тивъ нихъ настолько слабыми, что позволилъ себѣ распространять эту ересь даже на страницахъ популярной книги, не боясь ввести читателей въ соблазнъ. Въ настоящее время положеніе дѣла измѣнилось; ученіе это начинаетъ пользоваться общимъ сочувствіемъ, и только одинъ Саксъ, съ большей самоувѣренностью чѣмъ убѣдительною, продолжаетъ утверждать, что фізіологи ничего не потеряли бы, если-бъ ничего не знали объ оптическихъ свойствахъ хлорофилла.

Въ настоящее время фактъ этотъ приобретаетъ еще большій интересъ, такъ какъ доказано, что хлорофиллъ поглощаетъ именно тѣ лучи солнечнаго спектра, которые обладаютъ наибольшей тепловою энергіей и, слѣдовательно, наиболѣе способны вызывать диссоціацію углекислоты. Такимъ образомъ, въ оптическихъ свойствахъ хлорофилла мы можемъ видѣть одно изъ самыхъ поразительныхъ приспособленій растенія и въ то же время разъясненіе фізіологической роли этого вещества—ключъ къ въковой загадкѣ, занимавшей ученыхъ со времени Пристлея.

УКАЗАТЕЛЬ.

А.

Агава, 133.
Азотная кислота, 92.
Азотъ, 34, 35, 82, 87, 90, 91.
Аммиакъ, 83, 87.
Анютины глазки, 261.
Апельсинъ, 200.
Арбузъ, 25.

Б.

Бактеріи, 204.
Баобабъ, 134, 215.
Барбарисъ, 227.
Береза, 196.
Бобовыя, 19, 92, 272.
Бобъ, 19.
Бобы, 12, 55.
Борьба за существованіе, 271.
Бракъ, въ близкихъ степеняхъ родства, 205.
Броженіе, 243.
Бурачниковыя, 256.
Буссенго, 117.
Бѣлковыя вещества, 38, 41, 56, 74; — ихъ образованіе 121, 311.
Бѣлокъ, 56, 64;—кофейный 56, 75.

В.

Валлиснерія, 203, 218.
Велингтонія, 134, 215.
Вельвичія, 133.
Видъ, 261;—в. и разновидность, 262;—хорошіе виды, 264.
Вишня, 19.
Вода, количественное опредѣленіе в., 33; — ея значеніе при проростаніи, 57; выдѣленіе в. листьями, 149;—испареніе в. листьями, 150.
Водородъ, 34, 35.
Водоросли, 24, 224;—морскія, 308.
Возстановленіе, 123.
Волокна, 137, 139, лубяныя 145.
Волоски корневые, 95, 96.

Воспроизведеніе организмовъ, связано съ размноженіемъ, 270.
Всхожесть сѣмянъ 74.
Вьющіяся растенія, 135.
Вѣнчикъ, 16;—его значеніе, 212.
Вѣсы—ихъ значеніе, 32.

Г.

Гедизарумъ, 232.
Гелиотропизмъ, 173;—положительный и отрицательный, 178, 323.
Гельзъ, 58.
Гельмгольцъ, 277, 302.
Гельмонтъ, Ванъ—32.
Геологія, 29.
Геотропизмъ 323.
Гёте, 21, 257, 258, 274.
Глюкоза, 39, 58.
Годичныя кольца, древесины, 144, 184.
Горохъ, 12, 55.
Горчичное масло, 60.
Горѣние, 67, 123, 293.
Гофмейстеръ, 58;—о переходѣ между спорowymi и цвѣтковыми р., 260.
Грибы, 24, 128;—слизистые 219.

Д.

Дарвинъ, 28, 61, 62, 238, 240, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282.
Движеніе, — протоплазмы, 218, 219; — зооспоръ, 222;—живчиковъ, 224 — тычинокъ, 227; — раздражительныхъ листьевъ, 228, 232, 233. сходство движеній животныхъ и растеній, 235 произвольны ли движенія р. 243.
Двугубые цвѣты, 208.
Дербенникъ, 206.
Десмодиумъ, 232.
Диктамусъ, 213.
Диссоціація, 124.
Диффузія, 43, 44, 45, 47, 48 65 73, 104, 118, 148, 158, 321.

Диастазъ, 59, 60, 71, 73.
Дубъ, 196.
Дынное дерево, 62.
Дыханіе животныхъ, 67, 295;—сѣмени
70, 76;—растений 241; — необходимо
ли для р. 241, 243.
Дѣленіе клѣточекъ, 180.

Е.

Единица тепла, 291.

Ж.

Желѣзная соль, ея диффузія, 48.
Желѣзо, 35, 87, 90.
Живчики, 224.
Жизненная сила, 252.
Жиры, 38, 41.

З.

Завязь, 18, 204.
Запасы питательныхъ веществъ, 159.
Запахъ цвѣтовъ—его значеніе, 212.
Зародышъ, 55, 63, 199.
Зародышевый мѣшокъ, 197.
Зародышевый пузырекъ 199.
Земляника, 193.
Злаки, 272.
Зола, 35, 82.
Зооспоры, 222.

И.

Ива, 156, 195.
Известковая вода, 67.
Измѣненія организмовъ—причины, ихъ
вызывающія, 273.
Ингенгузъ, 298, 33.
Исторія органическаго міра, 29;—имѣ-
ютъ ли р. исторію 254.
Исторія развитія, 259.
Историческія причины, 253.

І.

Іодъ, 40;—съ хлористымъ цинкомъ, 41.

К.

Каламиты, 23.
Калій, 35, 87.
Кальцій, 35, 90.
Камбій, 144.
Камелія, 17.
Капуста, 279.
Картофель, 25, 258.
Каучукъ, 139.
Каштанъ конскій, 13.
Каштанъ, на Этнѣ, 134.

Килограммо-метръ, 287.
Кирказонъ, 211.
Кислородъ, 34, 67;—поглощеніе сѣмена-
ми, 70.

Клеверъ, 225.
Кожица, 109.
Козлобородникъ, 226.
Кислоты, 35.
Клейковина, 38, 61, 322.
Кленъ, 13.

Клѣточка, 24, 52, 139, 322.—строеніе ея
стѣнки 136;—формы 136;—утолщенія
стѣнокъ 137;—поры 137;—к. искус-
ственная 49, 103, 322.

Клѣтчатка, 39, 75.
Коллодіумъ, 47.
Коллоиды, 50, 51, 61.
Конопля, 69, 195.
Контъ—о біологической гармоніи, 277.
Кора первичная, 143;—вторичная 145,
157.

Корень, 21; стержневой и мочковатый,
93; длина 96; принятіе твердой пищи
к. 101; способность выбирать пищу, 103;
водоподъемная способность к. 147, 149;
Корневой чехликъ, 94.

Крапива, 89.
Крахмалъ, 38, 58; — его образованіе,
119, 310, 322.

Кремнеземъ, 89.

Кремній, 35, 89.

Кристаллоиды, 50, 51.

Кувшинка, 17, 28.

Кукушкины слезки, 270.

Культура искусственная, 83; — водная,
86.

Культурныя растенія, 214.

Л.

Лавуазье, 32, 34.

Лень, 137 206.

Леонардо-да-Винчи, 134.

Лепестки, 16, 29.

Лепидодендры, 23.

Лилія, 17.

Линней, 261.

Липа, 12.

Листорасположеніе, 134.

Листъ, 105; анатомическое строеніе,
108; листовая мякоть, 109; значеніе
л., 129.

Лианы, 135.

Лубъ, 145.

М.

Магній, 35, 90.

Маисъ, 55, 196.

Майеръ, Робертъ, 302.

Макъ, 56.

Мангровое дерево, 77.
 Масла, 38.
 Матерія, законъ сохраненія, 31, 121.
 Метаморфозъ, 21, 29.
 Микро-химическія изслѣдованія, 42.
 Миль, 84.
 Мимоза, 228, 234.
 Миндаль горькій, 59.
 Мирозинъ, 60.
 Мироновая кислота, 60.
 Можжевеликъ, 195.
 Морфологія, 3.
 Мухоловка, 61, 232, 238.
 Мхи, 24, 224.

Н.

Напряженіе, 288.
 Напряженіе тканей, 165,—поперечное, 185.
 Насткомоядныя р., 62, 238.
 Незабудка, 256.
 Нектарники, 207.
 Нервы, 109, 140.
 Нить тычиночная, 17.
 Норичникъ, 256, 258.
 Ночная фіалка, 209.

О.

Олеандръ, 159.
 Ольха черная и сѣрая, 261.
 Оплодотвореніе, 199; — перекрестное 206.
 Опыленіе Валлиснеріи, 203; — Пилеи, 202.
 Опытъ съ колокольчикомъ, 190.
 Организмъ 2, 321.
 Органическое вещество, 34, 35, 121.
 Органъ элементарный, 26.
 Орхидныя, 209.
 Осина, 195.
 Осмотическія явленія, 148.
 Ось, 21.
 Отборъ, искусственный, 214, 268; естественный, 271, 276.

П.

Пальмы, 134.
 Папоротники, 23, 29, 224.
 Паразиты, 128.
 Пасленовыя, 258.
 Пепсинъ, 61.
 Пептоны, 61.
 Перегонной, 81, 106.
 Переходныя формы—отсутствіе ихъ между видами, 267; — объясненіе этого факта, 278.
 Пестикъ, 18, 197.

Пестролистныя растенія 307.
 Пилеа, 202.
 Пирогалловая кислота, 114.
 Питаніе животнаго и растенія, 237.
 Піонъ, 15, 19, 20, 28.
 Поверхность листьевъ, ея величина, 313.
 Повилика (*Cuscuta*), 238.
 Поглодительная способность почвы, 91.
 Подорожникъ, 133.
 Подушечки листовыя, 229.
 Полеганіе хлѣбовъ, 90, 182.
 Почка листовая, 13.
 Пластина листовая, 14.
 Плауны, 23, 29, 224.
 Плачь растенія, 147.
 Плодникъ, 18.
 Плодолистикъ, 20.
 Плодосмѣнное хозяйство, 92.
 Плѣсень, 24, 128, 201;—на мертвыхъ мухахъ, 221.
 Предѣлъ производительности земли, 314.
 Пристлей, 33, 115, 296.
 Притяженіе земное, его вліяніе на ростъ 162, 164;—стебля, 167;—корня, 168.
 Проростаніе, періодъ п., 76, 79.
 Протоплазма, 36;—движеніе п. у Валлиснеріи, 218;—у Традесканціи, 219;—у слизистыхъ грибовъ, 219.
 Пудо-футъ, 287.
 Пузырьчатка, 239.
 Пучки сосудистоволокнистые, 140.
 Пыльники, 17.
 Пырей, 193.

Р.

Работа, 287.
 Разбуханіе, 58.
 Раздѣленіе труда,— между органами, 77;— между частями клѣточки, 78.
 Различіе между растеніемъ и животнымъ, 246, 248.
 Разложеніе углекислоты, въ солнечномъ спектрѣ, 307;—зависимость его отъ хлорофилла, 306, 308, 324.
 Размноженіе организмовъ въ геометрической прогрессіи, 270.
 Размноженіе растеній, растительное, 194.
 Растенія безцвѣтковыя, 24, 29;—споровыя, 24, 29.
 Роза, 18.
 Ростъ, 31, 159; р. и питаніе, 160, р. корня и стебля, 161; р. корня 171, 174, дѣйствіе свѣта на р. 172; способности измѣренія р. 174, 175, дѣйствіе температуры на р., 178; р. клѣточекъ, 182.
 Росянка, 238.
 Рыльце, 18.

С.

Самовозгорание, 294.
 Самоопыление, 206.
 Сахаристыя вещества, 39.
 Сахаръ виноградный, 40.
 Свѣтъ,—волнообразное движеніе, 126, 322;—разлагаетъ углекислоту въ р. 126; поглощеніе с. тѣлами, 304; дѣйствіе с. на ростъ, 172; дѣйствіе с. на ростъ клѣточекъ 182.
 Селитра, 82, 87, 92.
 Сенебье, 33.
 Сердцевина, 143, 159.
 Сердцевинныя лучи, 143.
 Сила,—какая с. заключается въ пищѣ, 286;—понятіе о с., 286.
 Синякъ, 257.
 Смоковница, индѣйская, 193.
 Смородина, 13.
 Слоновая кость, растительная, 26.
 Сознаніе,—обладаетъ ли имъ растеніе, 245.
 Сокъ клѣточный, 36.
 Соли, 35.
 Солнечныя машины, 302.
 Солнце—источникъ энергіи, 300.
 Сонъ листьевъ, 225;—его польза, 234, 324;—цвѣтовъ, 226.
 Соотношеніе развитія, законъ, 274.
 Сорныя травы, борьба съ ними, 272.
 Сосна, 196.
 Сосуды, 138, 139, спиральныя, 138; ситовидныя, 138, 145, 158; млечныя 139, 158; разрѣженіе воздуха въ сосудахъ, 152; значеніе сосудовъ, 154.
 Сохраненіе энергіи, 289.
 Спектръ солнечный, 304.
 „ хлорофилла, 305, 306.
 Сперматозоиды, 224.
 Спирогира, 180, 200.
 Споры, 24.
 Сравнительная анатомія растений, 259.
 Сродство систематическое, 267,—объясняется родствомъ, 268, 280.
 Сродство химическое, 123, 293.
 Стебель, 21; его роль, 132;—анатомическое строеніе, 135; а. стр. с. одностолбчатыхъ, 141; а. стр. с. двустолбчатыхъ и хвойныхъ, 142.
 Столбикъ, 18.
 Сходство между растеніемъ и животнымъ, 246.
 Сциотиконъ, 113, 174, 322.
 Сѣменодоли, 12, 29, 63.
 Сѣмя, 11.
 Сѣра, 35, 90.
 Сѣрная кислота и сахаръ, 41.

Т.

Тайнобрачныя растенія, 195.
 Танинъ,—его диффузія, 48.

Температура, низшая, высшая, лучшая, 72.

Теплота, развитіе т. при проростаніи, 71;—сгоранія, 122, 123;—поглощаемая и освобождаемая при химическихъ явленіяхъ, 124.

Термотропизмъ, 179.

Ткань, 26; основная, 140; образовательная, 144.

Токъ восходящій (воды), 145;—его путь, 146, 323;—его причины, 146; т. веществъ, выработанныхъ листомъ, 156;—его путь, 157, 323;—его причины, 158.

Традесканція, 36, 322.

Тычинка, 17.

У.

Углеводы, 38, 39, 120, 310.

Углекислота, 67; выдѣленіе сѣменами, 69;—атмосферная, 107; разложеніе ея магніемъ, 107; разложеніе ея листомъ, 108, 111, 113, 115, 116, 117, 306, 307, 308.

Углеродъ, 33, 35, 106.

Усвоеніе вещества растеніемъ, 76, 79.

Устьица, 110.

Ф.

Фасоль, 12, 55

Фелингова жидкость, 40, 59

Ферменты, 59, 76, 199, 240.

Физиологія животныхъ и медицина, 7, 321.

Физиологія, 3.

Физиологія растений и земледѣліе 8, 321.

Фикусъ, 139, 224 321.

Финиковая пальма, 196.

Фиалка, 261.

Формы переходныя, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 29, 256, 258, 260.

Фосфоръ, 35, 90.

Х.

Хвощи, 23, 29.

Химическій составъ р.—элементарный, 34, 35;—ближайшій, 37, 38, 39.

Хлорофиллъ, 119, 180, 305, 324;—въ животномъ организмѣ, 240, 324.

Хлоръ, 35, 90.

Хохлатка, 206.

Ц.

Цвѣтень, 196.

Цвѣтневая трубочка, 198.

Цвѣты махровыя, 18.

Центробѣжная сила, ея вліяніе на ростъ, 163.

Цѣлесообразность организмовъ, 250, 251.

Ч.

Часы Флоры, 226.

Чашелистикъ, 16.

Чашечка, 16, 204.

Черешня, 19.

Черешокъ, 14.

Чувствительность — обладаютъ ли ея растенія, 244.

Ш.

Шалфей, 208, 256, 258, 259.

Шиповникъ, 18.

Щ.

Щелочь, ѣдкая, 68.

Э.

Эквивалентъ, механическій, 291.

Экзизетиты, 23.

Экспериментальное искусство, его значеніе, 191.

Эндлихеръ, 134.

Энергія, 122; запасъ энергій, 125; явная и потенциальная, 288; —солнечная, утилизируемая растеніемъ, 315.

Я.

Явнобрачныя растенія, 195.

Ядро—кѣточное, 6,—яичка, 197.

Яичко, 19, 320, 197.

Ясень, 12.

ИЗ КНИГ

Георгія Андреевича

Стоянова

А 50.