

Основы Ботаники.

По лекціямъ, читаннымъ въ Императорскомъ
Юрьевскомъ Университетѣ.

Н. И. Кузнецова,

Профессора Императорскаго Юрьевскаго Университета и
Члена Корреспондента Императорской Академіи Наукъ.

Издание второе.

Томъ I-й.

Съ 245 рисунками въ текстѣ.

Цѣна 1 руб. 80 коп.



Юрьевъ.

Типографія К. Маттисена.

1915.

Оглавление I-го тома.

	Стр.
Введение .	1
Лекція первая. Задачи ботаники.	3
Часть первая. Основныя понятія изъ области морфологіи растений	11
Лекція вторая. Наружное строеніе растения. Основныя понятія. Левкой	13
Лекція третья. Нѣкоторые примѣры строенія цвѣтковыхъ растений	27
Лекція четвертая. Законы наружнаго строенія цвѣтка высшихъ растений	49
Лекція пятая. Ученіе о цвѣткѣ, какъ метаморфозированномъ листостебельномъ побѣгѣ	61
Часть вторая. Явленія движенія и чувствованія въ растительномъ царствѣ	77
Лекція шестая. Движеніе свободныхъ плавающихъ протопластовъ	79
Лекція седьмая. Движеніе свободныхъ ползающихъ протопластовъ	93
Лекція восьмая. Понятіе о клѣткѣ и движеніе плазмы въ клѣткахъ высшихъ растений	105
Лекція девятая. Движенія высшихъ растений. Отдѣльные болѣе рѣзкіе примѣры	115
Лекція десятая. Движенія высшихъ растений. Общія явленія движенія, свойственныя высшимъ растениямъ	129
Часть третья. Растительная клѣтка и ткани	141
Лекція одиннадцатая. Растительная клѣтка. Живыя составныя части клѣтки	143
Лекція двѣнадцатая. Растительная клѣтка. Мертвыя включенія клѣтки	159
Лекція тринадцатая. Клѣточная оболочка. Ея наружное строеніе	172
Лекція четырнадцатая. Клѣточная оболочка. Ея химическое строеніе	188
Лекція пятнадцатая. Продукты метаморфоза растительныхъ клѣтокъ	195
Лекція шестнадцатая. Растительныя ткани	208
Лекція семнадцатая. Сосудисто-волокнистые или проводящіе пучки	230
Лекція восемнадцатая. Процессъ оплодотворенія у водорослей, мховъ и папоротникообразныхъ	243
Лекція девятнадцатая. Процессъ оплодотворенія у высшихъ цвѣтковыхъ растений	256

Цѣна 75 коп.

Проф. Н. И. Кузнецовъ.

ПЕРЕХОДЪ
отъ
Тайнобрачныхъ къ Явнобрачнымъ.

**По лекціямъ, читаннымъ въ Императорскомъ
Юрьевскомъ Университетѣ.**

Пособіе для студентовъ при прохожденіи общаго
курса ботаники и спеціальнаго курса систематики
растений.

Содержаніе: 1) Основы естественной системы растительнаго царства.
2) Переходъ отъ тайнобрачныхъ къ явнобрачнымъ: женское половое поколѣніе. 3) Мужское половое поколѣніе. 4) Безполое поколѣніе.

Съ 88-ю рисунками въ текстѣ.

Юрьевъ.

Типографія К. Маттисена.

1914.

Продается въ книжномъ магазинѣ И. Г. Крюгера въ Юрьевѣ Лифл. по Рыцарской улицѣ (складъ изданія) и въ другихъ крупныхъ книжныхъ магазинахъ (Риккера—въ Петроградѣ, Гроссмана и Кнебеля—въ Москвѣ, Киммеля въ Ригѣ и т. д.).

Введеніе.

Лекція первая.

Задачи ботаники.

Ботаника — это наука о растенияхъ. Растения можно изучать съ различныхъ точекъ зрѣнія. Можно изслѣдовать наружное строеніе растений, и такое изученіе составляетъ особую отрасль ботаники, называемую **морфологіей**. Можно заняться изслѣдованіемъ внутренняго строенія растений, и это составитъ предметъ другой ботанической дисциплины, именуемой **анатоміей растений**. Изученіе жизненныхъ процессовъ растительныхъ организмовъ составляетъ предметъ третьей ботанической дисциплины — **физиологіи растений**. Наконецъ, обзорѣніе всѣхъ растений, нынѣ населяющихъ земной шаръ, и группировка ихъ въ семейства, порядки, классы и др. таксономическія единицы составляетъ предметъ четвертой крупной ботанической дисциплины — **систематики растений**. Перечисленныя четыре отрасли ботаники уже издавна разрабатываются въ университетахъ и другихъ высшихъ школахъ, причемъ обыкновенно различается два основныхъ направленія въ изученіи растительнаго царства, а соотвѣтственно этому выработались и двѣ различныхъ специальности въ области ботаники. Одна спеціальность занимается анатоміей и физиологіей растений, другая — морфологіей и систематикой.

Въ послѣднее время народились новыя направленія въ изслѣдованіи растений. Появилась особая наука, изучающая географическое распредѣленіе растений по земному шару —

географія растений. Образовались спеціалісты, посвятившіе себя изученію ископаемыхъ растительныхъ остатковъ и основавшіе еще одну отрасль ботаники, называемую **палеоботаникой** или **фитопалеонтологіей**.

Географія растений зиждется главнымъ образомъ на систематикѣ, но въ послѣднее время многія задачи ботанической географіи разрѣшаются на основаніи данныхъ анатоміи и физиологіи растений.

Палеоботаника есть дальнѣйшее развитіе морфологіи и анатоміи растений и находится въ самыхъ тѣсныхъ отношеніяхъ съ современными задачами систематики.

Такимъ образомъ эти двѣ новыхъ отрасли ботаники — **географія** и **палеонтологія**, особенно усердно разрабатываемыя въ послѣднее время, должны были совмѣстить въ себѣ результаты и методы изслѣдованія первыхъ четырехъ ботаническихъ дисциплинъ — морфологіи, анатоміи, физиологіи и систематики растений, и два различныхъ направленія въ области ботаники — анатомо-физиологическое и морфолого-систематическое, долгое время развивавшихся независимо другъ отъ друга, разными путями и методами, снова должны были слиться другъ съ другомъ въ одномъ общемъ научномъ теченіи, дающемъ возможность изучать растеніе, какъ такое, со всѣхъ точекъ зрѣнія.

Но и первыя четыре ботаническихъ дисциплины — морфологія, анатомія, физиологія и систематика растений, нѣкоторое время развивавшихся независимо или почти независимо другъ отъ друга, въ настоящее время все тѣснѣе и ближе переплетаются другъ съ другомъ, и въ результатѣ появляются новыя направленія въ наукѣ о растеніяхъ, новыя ботаническія дисциплины, составляющія комбинаціи исторически ранѣе сложившихся дисциплинъ и направленій. Такъ, чистая анатомія растений, имѣвшая задачей и цѣлью изученіе внутренняго строенія растений, смѣняется **физиологической анатоміей**, наукой, имѣющей цѣлью изученіе внутренняго строенія растений съ физиологической точки зрѣнія и объясненіе явленій анатомическаго строенія различныхъ органовъ растений ихъ физиологическими функціями. Въ самое послѣднее время анатомія растений становится на новый путь, называемый **систематической анатоміей**, сплетая задачи чистой анатоміи съ систематикой, такъ какъ оказалось, что, если и

можно многія явленія внутренняго строенія растений объяснить съ фізіологической точки зрѣнія, то, съ другой стороны, встрѣчаются и такія явленія анатомическаго устройства растений, которыя не объяснимы приспособленіями къ внѣшней средѣ и къ фізіологическимъ функціямъ изучаемаго органа, но находятъ себѣ зато объясненія въ болѣе глубокихъ историческихъ явленіяхъ, въ филогенетическомъ родствѣ растительныхъ организмовъ, слѣдовательно, въ положеніи даннаго растительнаго типа въ естественной системѣ.

Современная растительная морфологія далеко уже не удовлетворяется прежними методами сравнительнаго изученія наружнаго строенія различныхъ органовъ у разныхъ растений. Издавна ставши въ самыя тѣсныя отношенія къ растительной систематикѣ, современная морфологія никоимъ образомъ не можетъ обойтись безъ анатоміи и отчасти даже фізіологіи растений.

Горделивая отрасль ботаники — фізіологія, поставившая себѣ девизомъ — изученіе жизненныхъ функцій растений съ точки зрѣнія законовъ физики и химіи и нерѣдко свысока относившаяся къ такимъ ботаническимъ дисциплинамъ, какъ морфологія и особенно систематика, при изученіи которыхъ, казалось, химическіе и физическіе законы совсѣмъ не примѣнимы, должна была выдѣлится изъ себя особую отрасль — біологію растений, отрасль, изучающую такія жизненныя явленія растений, къ которымъ съ одной физикой и химіей не подойти. Съ другой стороны оказывается, что для фізіолога растений безвозвратно прошло то время, когда ботаникъ-фізіологъ могъ съ гордой самоувѣренностью говорить: „я не умѣю отличить розу отъ кропивы!“ Этими словами сравнительно еще не такъ давно хвастались чистые фізіологи, пренебрежительно смотрѣвшіе на морфологовъ и систематиковъ, и, изучая законы растительной жизни, они твердо были увѣрены, что фізіологическіе процессы протекаютъ совершенно однообразно и въ розѣ, и въ кропивѣ, а потому имъ, фізіологамъ, изучая различныя явленія жизни въ растеніяхъ, рѣшительно не нужно знать, въ какомъ именно растеніи то или иное явленіе происходитъ. Самое бѣльшее, что требовали отъ себя чистые фізіологи — это знаніе внутренняго строенія растенія, его анатоміи. Они ставили растеніе (какое, рѣшительно для нихъ безразлично) въ искус-

ственные условия лабораторной среды и въ этихъ узкихъ рамкахъ изучали основные законы жизни растений. Такое отношеніе растительныхъ фізіологовъ къ своимъ задачамъ привело къ одному изъ печальныхъ явленій въ наукѣ; оно привело къ тому, что ботаникъ-фізіологъ собственно совершенно не былъ ботаникомъ; растений онъ не зналъ и не хотѣлъ знать. Растеніе (а не растенія) онъ изучалъ въ колбахъ и ретортахъ, вооружившись химическими реактивами, а въ природу боялся и заглянуть. И вмѣстѣ съ тѣмъ нѣкоторые представители этого направленія весьма пренебрежительно относились къ тѣмъ ботаникамъ, которые изучали растенія (а не растеніе, безразлично какое), которые изслѣдовали растенія эти въ природной ихъ обстановкѣ и пытались открыть законы, управляющіе строеніемъ, жизнью и развитіемъ растительныхъ организмовъ не въ ретортахъ и колбахъ, а въ самой природѣ, на болотахъ, въ лугахъ, лѣсахъ. Ботаники-фізіологи не считали учеными тѣхъ ботаниковъ, которые изучали систематику и географію растений, и, занявши первенствующее положеніе, именно себя мнили настоящими учеными. Правда, фізіологи чистой воды открыли намъ много основныхъ законовъ растительной жизни; но всѣ тайны жизни и развитія растительнаго царства открыть они однако не смогли. Современная фізіологія, къ счастью, уже выходитъ изъ своего блестящаго уединенія. Современная фізіологія растений уже сознаетъ, что фізіологическіе процессы въ деталяхъ своихъ разно протекаютъ подъ тропиками и въ арктической тундрѣ, разно происходятъ процессы эти и въ различныхъ группахъ растительнаго царства. И если современному фізіологу еще нѣтъ неизбѣжной крайности знать хорошо систематику, то все же основы морфологіи, систематики и ботанической географіи должны быть ему не чужды, если онъ желаетъ далѣе плодотворно работать надъ изученіемъ жизненныхъ функций растений.

Вѣнцомъ ботаническихъ дисциплинъ является однако въ настоящее время систематика растений. И эта дисциплина, подобно другимъ ботаническимъ отраслямъ, развивалась когда-то болѣе или менѣе обособленно, болѣе или менѣе самостоятельно. Систематики старой школы собирали растенія, изучали ихъ признаки и классифицировали растенія. Они занимались счетомъ тычинокъ и пестиковъ и наводили тоску

на окружающихъ, сами же походили на высохшія безжизненные муміи. Недаромъ типъ физиолога-ученаго былъ симпатичнѣе типа систематика-гербаризатора, зарывшагося въ пыльныхъ гербаріяхъ и считающаго тычинки и пестики, не извѣстно почему и для чего. Но время такихъ систематиковъ давно уже миновало. Современная систематика растений задается обширнѣйшей и грандіознѣйшей задачей — выясненіемъ филогенетическаго родства всего растительнаго царства, начиная съ видимой лишь подъ микроскопомъ монеры или амёбы и кончая высшими сложно построенными цвѣтковыми растеніями. Для достиженія этой высшей своей цѣли — изученія всего растительнаго царства во всемъ его объемѣ и въ его исторической перспективѣ, ботаникъ-систематикъ неизбѣжно въ методахъ своего изслѣдованія долженъ опираться на всѣ остальные ботаническія дисциплины. Если ботанику-физиологу систематика еще не нужна или сравнительно мало нужна, то, наоборотъ, систематику для его идейной научной работы безусловно необходимы не только морфологія и анатомія, но и физиологія растений. И только тотъ можетъ быть хорошимъ систематикомъ, кто разрабатываетъ дисциплину эту на совокупныхъ данныхъ растительной морфологіи, анатоміи, физиологіи, географіи и палеонтологіи, ибо растительная систематика нынѣшняго времени безусловно базируется на данныхъ всѣхъ этихъ для нея вспомогательныхъ научныхъ дисциплинъ. Но большое методологическое превосходство систематика надъ прочими специалистами-ботаниками заключается еще въ томъ, что систематикъ нынѣ долженъ работать не только въ гербаріи и библіотекѣ, а еще обязательно и въ полѣ, въ самой природѣ. Систематикъ, никогда не работавшій среди живой природы, не есть систематикъ; и такой систематикъ, не путешествовавшій, не работавшій въ лѣсу или на болотѣ, будетъ такой же неучъ въ своей специальности, какъ если бы кто-нибудь захотѣлъ сдѣлаться ботанико-анатомомъ, не умѣя владѣть микроскопомъ, или физиологомъ растений, не умѣя повернуться въ лабораторіи и обращаться съ колбами и реактивами. Но научно работать въ лѣсу или на болотѣ не такъ то просто. Природа — это обширная естественная лабораторія, и если не легко работать въ лабораторіи, то гораздо труднѣе научно и продуктивно работать среди природы. Тутъ тоже выработана своя методика, имѣ-

ется свой узусъ и своя практика, которую одолѣть не такъ то легко, но которая открываетъ пытливному уму мыслящаго человѣка горизонты пошире, чѣмъ работа надъ однимъ микроскопомъ или надъ эвдиометрическими трубками и химическими реактивами.

Итакъ, ботаника есть наука о растеніяхъ, а ботаникъ — это тотъ, кто изучаетъ растенія съ разныхъ точекъ зрѣнія. Изучать растенія можно съ разныхъ сторонъ, но смыслъ и цѣль ботаники, какъ науки, идущей впередъ — это познаніе законовъ строенія, жизни и главнымъ образомъ развитія растеній и всего растительнаго царства. Послѣдняя, самая заманчивая и самая обширная задача — задача познанія законовъ развитія всего растительнаго царства можетъ быть достигнута только при помощи систематики растеній, но не той старой систематики, которая одно время снискала къ себѣ отрицательное отношеніе и въ кругу ученыхъ, и въ кругу вообще образованныхъ людей, а той современной новой систематики, которая неизбежно зиждется на анатоміи, морфологіи, физиологіи, географіи и палеонтологіи растеній, а кромѣ того имѣетъ цѣлый рядъ собственныхъ методовъ изслѣдованія и обязательно опирается на цѣлый рядъ сосѣднихъ научныхъ дисциплинъ, какъ, на примѣръ, на физическую географію, климатологію, историческую геологію, почвовѣдніе.

Въ прежнее время нерѣдко начинали изученіе ботаники съ морфологіи и систематики. Въ настоящее время, понятно, это дѣлать нельзя. Систематика растеній, какъ таковая, должна быть завершеніемъ всего ботаническаго образованія, а не исходнымъ его пунктомъ. Но съ чего же тогда начинать изученіе ботаники? Съ анатоміи или физиологіи, съ морфологіи или палеонтологіи, или съ чего-либо другого? Мнѣ кажется, что въ настоящее время, когда всѣ эти исторически сложившіяся научныя дисциплины снова тѣсно сплелись другъ съ другомъ, самое рациональное не раздѣлять ихъ, и самое лучшее начинать изученіе ботаники не съ одной какой-либо ботанической дисциплины, а съ изученія растенія вообще. Такъ сдѣлаемъ и мы съ вами. Сначала изучимъ растеніе, его строеніе, жизнь и развитіе, а затѣмъ перейдемъ къ изученію растеній, растительнаго царства всего въ совокупности, и изучимъ строеніе, жизнь

и развитіе всего растительнаго царства, черпая данныя для такого изученія растенія и растительнаго царства и изъ морфологіи, и изъ анатоміи, и изъ растительной фізіологіи, и дополняя, гдѣ это понадобится, данными растительной географіи, палеонтологіи и систематики.

Систематика же растеній сама по себѣ, какъ таковая, можетъ быть изучена вполнѣ научно лишь вполслѣдствіи, когда будетъ ясно строеніе, жизнь и исторія развитія какъ растенія, такъ и растеній, т. е. всего растительнаго царства.

Часть первая.

Основныя понятія изъ области
морфологіи растений.

Лекція вторая.

Наружное строение растенія. Основныя понятія. Левкой.

Уже издавна все растительное царство дѣлится на двѣ обширныя группы, на споровыя, или тайнобрачныя растенія, и на цвѣтковыя, или явнобрачныя растенія. Къ споровымъ растеніямъ относятся низшія формы — водоросли, грибы, лишайи, мхи и папоротникообразныя, размножающіеся при помощи одноклѣтныхъ образований — споръ и имѣющіе болѣе простое морфологическое строение своего тѣла. Низшія споровыя морфологически построены весьма примитивно. Тѣло ихъ



Рис. 1. Слоевище бурой водоросли *Dictyota dichotoma*, въ $\frac{2}{3}$ естественной величины.

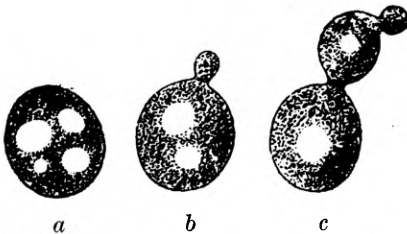


Рис. 2. Низшіій растительный организмъ — дрожжи, состоящій изъ одной всего клѣтки (а) или изъ ряда клѣтокъ (b, c), получившихся путемъ почкованія.

состоитъ изъ такъ называемаго слоевища (см. рис. 1), не расчлененнаго на корень, стебель и листъ, а самыя низшія споровыя растенія представлены даже всего одной (см. рис. 2) или нѣсколькими клѣточками, расположенными часто въ одинъ всего простой, невѣт-

вящійся (см. рис. 3) или вѣтвящійся (см. рис. 4) рядъ. Тѣло большинства мховъ расчлено на стебель и листья, но корней мхи еще не имѣютъ (см. рис. 5). Папоротникообразныя по наружному строенію своему приближаются уже къ цвѣтковымъ или явнобрачнымъ растениямъ, ибо тѣло ихъ состоитъ изъ корня, стебля и листьевъ (см. рис. 6), причемъ у болѣе примитивныхъ папоротникообразныхъ

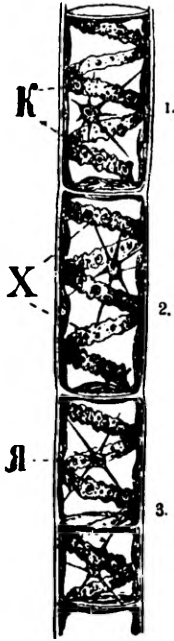


Рис. 3. Невѣтвящаяся зеленая нитчатая водоросль — спирогира (*Spirogyra*), состоящая изъ одного ряда клѣтокъ.

листья бесплодные не отличаются или почти не отличаются отъ листьевъ плодущихъ, производящихъ одноклѣтныя образования — споры въ особыхъ вмѣстилищахъ — спорангіяхъ (см. рис. 6, фиг. 5, с, 6). Самыя высшія папоротникообразныя имѣютъ двоякаго рода листья — листья бесплодные, отличающіеся по внѣшнему виду и по строенію своему отъ листьевъ плодущихъ или споролистиковъ. При этомъ у нѣкоторыхъ высшихъ папоротникообразныхъ плодущіе листья производятъ двоякаго рода споры, такъ называемыя **микроспоры** (болѣе мелкія, мужскія споры — см. рис. 7, *м*) и **макроспоры** (болѣе крупныя, женскія споры — см. рис. 7, *М*), у другихъ высшихъ папоротникообразныхъ споролистики не только отличаются по формѣ и строенію своему отъ без-

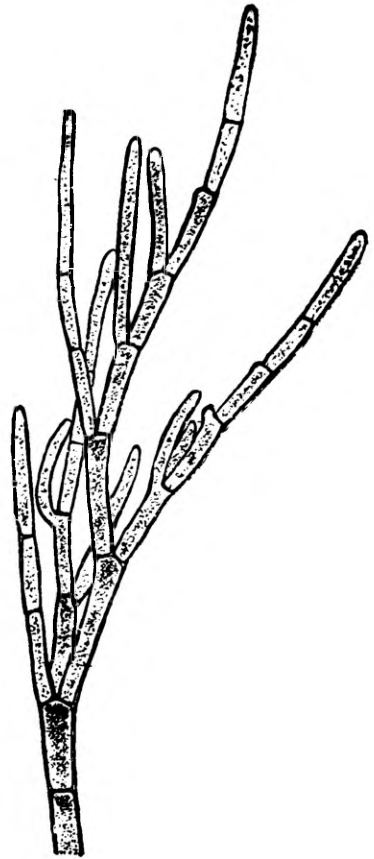


Рис. 4. Вѣтвящаяся зеленая нитчатая водоросль *Cladophora glomerata* (увелич. въ 48 разъ), состоящая изъ ряда клѣтокъ.

плодныхъ вегетативныхъ листьевъ, но собраны на концахъ стеблей или вѣтвей въ особыя образования, называемыя **колосками** или **стробилами**; колосокъ папоротникообразныхъ (см. рис. 7, 8 и 9) представляетъ метаморфозированный листостебельный побѣгъ, предназначенный для цѣлей размноженія и состоящій изъ центральной оси (стеблевого происхожденія) и боковыхъ



Рис. 5. Мохъ (*Hypnum crista castrensis*) въ естеств. величину (фиг. 1) и споровая коробочка мха въ увелич. видѣ (фиг. 2 и 3).

органовъ или споролистиковъ, б. и м. видоизмѣненныхъ (метаморфозированныхъ) и скученныхъ на вышеуказанной центральной оси, имѣющей при томъ же ограниченный ростъ въ длину.

Цвѣтковые или **явнобрачныя** растенія имѣютъ наиболѣе сложное морфологическое строеніе своего тѣла. Тѣло ихъ, подобно высшимъ споровымъ, состоитъ изъ трехъ основныхъ морфологическихъ органовъ — **корня**, **стебля** и **листа**, но размножаются цвѣтковыя растенія не при помощи одноклѣтныхъ споръ, а при помощи весьма сложно морфологически и анатомически устроеннаго образования, называемаго **сѣме-**

немъ. Сѣмя же цвѣтковыхъ растений является результатомъ сложнаго полового акта, разыгрывающагося въ особомъ органѣ цвѣтковыхъ растений, называемомъ **цвѣткомъ**. Мы увидимъ вскорѣ, однако, что цвѣтокъ, отсутствующій у споро-



Рис. 6. Папоротникъ (*Aspidium Filix mas*): фиг. 1 — взрослое растеніе съ корнями, стеблемъ и листьями; фиг. 2—6 — болѣе подробные анализы этого растенія.

выхъ растений и характерный для такъ называемыхъ цвѣтковыхъ растений, не есть новый морфологическій органъ, но, подобно колоску или стробилу высшихъ папоротникообразныхъ растений, цвѣтокъ есть тоже метаморфозированный листостебельный побѣгъ, предна-

значенный для цѣлей размноженія, но специально и болѣе сложно построенный, чѣмъ стробиль или колосокъ высшихъ папоротникообразныхъ растений. Къ явнобратнымъ или цвѣтковымъ растениямъ относятъ обыкновенно такъ называемыя голосѣменные растения (хвойныя, саговниковыя и др.) и однодольныя и двудольныя по-

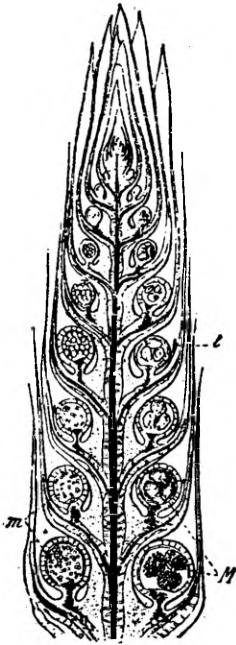


Рис. 7. Колосокъ разноспоровыхъ плауновыхъ — *Selaginella*: онъ состоитъ изъ макроспоролистиковъ съ макроспорами (М) и микроспоролистиковъ съ микроспорами (m).



Рис. 8. Колосокъ хвоща — *Equisetum*: онъ состоитъ изъ р — перигона или покроволистиковъ, а выше, по оси, изъ споролистиковъ.



Рис. 9. Два колоска плауна — *Lycopodium clavatum*.

крытосѣменные растения, у которыхъ сѣмена развиваются въ особыхъ морфологическихъ образованияхъ — **плодахъ**, являющихся дальнѣйшимъ разрастаніемъ завязи пестика цвѣтка. У голосѣменныхъ нѣтъ пестика и завязи, не образуется настоящихъ плодовъ, какъ у покрытосѣменныхъ растений, и зрѣлыя сѣмена сидятъ голо, свободно, на метаморфозированныхъ верхушечныхъ плодущихъ листьяхъ генеративнаго побѣга.

Мы увидимъ впослѣдствіи, что, хотя дѣленіе всего ра-

стительнаго царства на тайнобрачныя и явнобрачныя общепризнано, однако совершенно не соотвѣтствуетъ современнымъ научнымъ даннымъ, такъ же какъ и дѣленіе высшихъ цвѣтковыхъ растений, покрытосѣменныхъ, на однодольныя и двудольныя, въ настоящее время является анахронизмомъ, но критически разобратъся въ этихъ важныхъ понятіяхъ общей ботаники мы будемъ въ состояніи лишь современемъ, когда познакоимся ближе съ цѣлымъ рядомъ новѣйшихъ изслѣдованій въ области сравнительной морфологіи папоротникообразныхъ, голосѣменныхъ и покрытосѣменныхъ растений. Поэтому мы можемъ временно придерживаться издавна установившагося, общепризнаннаго, но теряющаго уже свой *gaisson d'être* подраздѣленія растительнаго царства на споровыя и цвѣтковыя, а эти послѣднія на голосѣменные и покрытосѣменные растенія. Замѣчу здѣсь пока лишь вскользь, что, согласно новѣйшимъ сравнительно-морфологическимъ изслѣдованіямъ, высшія цвѣтковыя растенія въ сущности тѣ же споровыя, что и папоротникообразныя, и при томъ разноспоровыя, и что голосѣменные, до сихъ поръ большинствомъ ботаниковъ относимыя къ явнобрачнымъ растеніямъ, по способу размноженія и оплодотворенія своего стоятъ, однако же, гораздо ближе къ папоротникообразнымъ, чѣмъ къ покрытосѣменнымъ растеніямъ.

Такъ какъ изъ всѣхъ растений наибольшимъ морфологическимъ расчлененіемъ отличаются высшія цвѣтковыя покрытосѣменныя растенія, то знакомство съ основами морфологическаго строенія растенія мы начнемъ съ этихъ высшихъ цвѣтковыхъ растений и для примѣра возьмемъ на первый разъ хотя бы извѣстный каждому левкой.

Если мы выдернемъ левкой (или желтофіоль) изъ грядки или изъ цвѣточнаго горшка и тщательно отряхнемъ съ корневой системы его частицы земли, то увидимъ слѣдующее: тѣло левкой состоитъ изъ трехъ основныхъ морфологическихъ органовъ — корня, стебля и листьевъ. Корень и стебель будутъ осевыми органами левкой, а листья — боковыми. Корень состоитъ изъ главнаго корня, отъ котораго отходятъ боковые корни второго порядка, тѣ въ свою очередь даютъ боковые корни третьяго порядка и т. д., такъ что получается весьма развѣтвленная корневая система. Но на всей этой корневой системѣ мы

не замѣчаемъ никакихъ другихъ боковыхъ органовъ. Вся система состоитъ изъ осевыхъ органовъ 1-го, 2-го, 3-го и т. д. порядковъ, боковые же корни 2-го порядка сидятъ на главномъ корнѣ, какъ это легко замѣтить, правильными вертикальными рядами (см. рис. 10); такими же правильными вертикальными рядами сидятъ корни 3-го порядка на оси 2-го порядка и т. д., такъ что, если внимательно взглянуть въ беспорядочную на первый взглядъ корневую систему растения, то оказывается, что вся система вѣтвления корней имѣетъ опредѣленный закономерный характеръ.

Стебель левкой прямоходящій и б. ч. невѣтвящійся или слабо вѣтвящійся. Лишь ко времени цвѣтенія на верхушкѣ главнаго стебля левкой, соответствующаго главному его корню, появляются вѣтви второго порядка, тѣ въ свою очередь даютъ вѣтви 3-го порядка и т. д., и получается на вершинѣ стебля левкой довольно сложная и тоже на первый взглядъ беспорядочная система вѣтвления. Но что рѣзко отличаетъ стебель левкой отъ его корня, это присутствіе на немъ цѣлой системы боковыхъ органовъ — листьевъ, имѣющихъ, въ противоположность боковымъ корнямъ

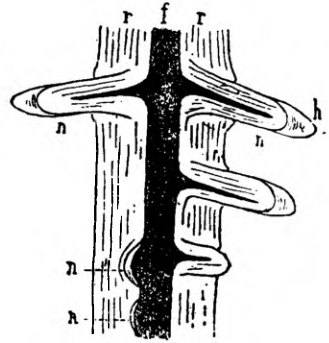


Рис. 10. Продольный разрѣзъ черезъ главный корень цвѣтковаго растения, на которомъ ясно видно, что боковые корни 2-го порядка (*n, n*) сидятъ на главномъ корнѣ правильными вертикальными рядами; *f* — центральная часть главнаго корня, *r* — кора корня, *h* — корневой чехликъ. Слабо увеличено.

и стеблямъ, ограниченный ростъ въ длину. На первый взглядъ и листья на стеблѣ левкой сидятъ безъ всякаго внѣшняго порядка. Мы видимъ лишь на стеблѣ левкой особыя утолщенія или возвышенія въ томъ мѣстѣ, гдѣ боковой органъ, листъ, прикрѣпляется къ стеблю; эти утолщенія въ описательной ботаникѣ называются узлами, расстояние же между двумя узлами на стеблѣ называется междоузліемъ. Узлы особенно хорошо замѣтны на болѣе старой части стебля, гдѣ листья уже отпали; эти мѣста называются еще иначе — листовыми слѣдами, и дѣйствительно, надолго, въ видѣ рубцовъ, остаются на стеблѣ любого растения слѣды тѣхъ мѣстъ, гдѣ листья прикрѣплялись къ стеблю. Если мы

отъ 1-го листового слѣда проведемъ на стеблѣ чернилами или тушью линію до 2-го, 3-го, 4-го, 5-го и т. д. листового слѣда (см. рис. 11), то линія эта будетъ описывать на стеблѣ весьма правильную спираль, и мы по этой спирали у левкой дойдемъ до 6-го листового слѣда, расположеннаго на стеблѣ какъ разъ надъ 1-мъ листовымъ слѣдомъ; если мы будемъ дальше слѣдовать за нашей спиральной линіей, то окажется, что листовой слѣдъ 7-го листа приходится на вертикальной линіи какъ разъ надъ 2-мъ листовымъ слѣдомъ, 8-го листа — надъ 3-мъ листовымъ слѣдомъ, 9-го — надъ 4-мъ и т. д., т. е.,

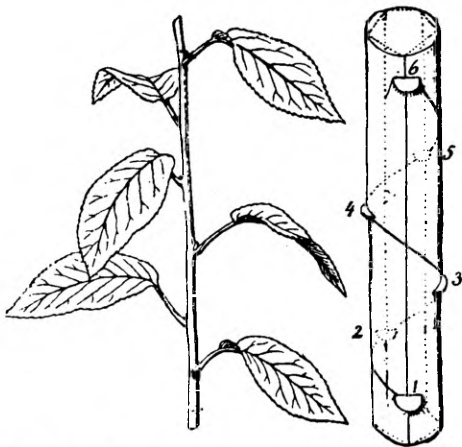


Рис. 11. Спиральное расположе-
ніе листьевъ на стеблѣ черемухи по
формулѣ $\frac{2}{5}$.

что листья на стеблѣ далеко не сидятъ беспорядочно, такъ же какъ и корни 2-го порядка на главномъ корнѣ сидятъ опредѣленнымъ образомъ. Разница только та, что боковые корни слѣдующаго порядка сидятъ на оси предыдущаго порядка правильными вертикальными рядами, листья же на главномъ стеблѣ (а равно и на боковыхъ стебляхъ), хотя и расположены пра-

вильно, но болѣе сложно. Явленіе это называется **листорасположеніемъ** (см. рис. 12) и у левкой, напримѣръ, можетъ быть выражено математическимъ языкомъ, именно, дробью $\frac{2}{5}$. Въ этой дроби числитель означаетъ число поворотовъ спирали, пока отъ 1-го листового слѣда мы не дойдемъ по спирали до того листового слѣда, который расположенъ на стеблѣ надъ нимъ по вертикальной линіи (въ данномъ случаѣ у левкой до 6-го листового слѣда); знаменатель же обозначаетъ число листьевъ, пройденныхъ этой спиралью отъ 1-го листового слѣда до листового слѣда, надъ нимъ расположеннаго; у левкой такихъ листьевъ окажется обыкновенно 5, гдѣ бы мы ни начали нашу спираль, а число оборотовъ спирали — 2, слѣдовательно, листорасположеніе левкой выразится дробью $\frac{2}{5}$. У разныхъ растений листорас-

положение выражается различной дробью, но всегда оно может быть подведено под этот математический закон, причем наиболее часто встречающиеся у разных растений листорасположения выражаются следующими дробями:

$$\frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34} \text{ и т. д.}$$

Мы видели уже выше, что главный стебель левкой, в противоположность главному корню, сначала не ветвится, что ветвление стебля левкой начинается лишь наверху, ко времени цветения, и ветвление это на первый взгляд не имеет определенного порядка. Но взглянемся ближе в листовые следы нижней части стебля левкой. В углу между главным стеблем и листовым следом, в так называемой **пазухе** листа, мы у каждого листового следа заметим маленькую почечку. В пазухах средних листьев почечки эти развивают

3—4 маленьких листочка, из пазух верхних листьев выходят ветви 2-го порядка, а почечки, расположенные в пазухах нижних листьев, обыкновенно совсем не развиваются. Мы не найдем ни ветвей 2-го порядка, ни зачаточных почечек в пазухах листьев, и, с другой стороны, каждая пазуха листа имеет хотя бы зачаточную почечку, которая может развиться в ветвь 2-го порядка. А так как листья на стебле, как мы только что видели, сидят далеко не беспорядочно, а по известному листорасположению, в данном случае у левкой по формуле $\frac{2}{5}$, то, следовательно, и ветвление стебля левкой подчинено in potentia тому же основному закону. Только не все заложенные почечки ветвей 2-го порядка на самом деле развиваются, почему на первый взгляд ветвление и кажется беспорядочным.

Лист левкой удлиненно-овальной формы, тупой на конце, цельнокрайний и к основанию суженный. Широкая часть его называется **пластинкой** листа. У левкой пластинка листа постепенно суживается в короткой **черешок**, а верхние листья левкой совсем лишены этой суженной части; они прикрепляются к узлу стебля прямо более узкой частью пластинки, и тогда такие листья называются **сидячими**, в про-

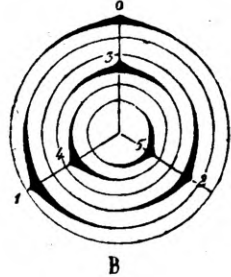


Рис. 12. Диаграмма спирального листорасположения по формуле $\frac{1}{3}$.

тивоположность листьямъ низовымъ левкоя — **черешковымъ**. Во всякомъ случаѣ та часть листа, которой листъ прикрѣпляется къ узлу стебля, и которая нѣсколько расширена и какъ бы обхватываетъ стебель, называется **листовымъ влагалищемъ**. Отъ листового влагалища черезъ листовой черешокъ въ пластинку проходитъ ясно замѣтный вогнутый съ верхней стороны листа и сильно выпуклый съ нижней его стороны



Рис. 13. Цвѣты левкоя, расположенные на концѣ вѣтвей 2-го или 3-го порядка въ соцвѣтіи, называемомъ кистью.

такъ называемый **листовой срединный нервъ** (или **сосудисто-волокнистый пучокъ**), а отъ него по всей поверхности листа отходятъ **боковые нервы** 2-го, 3-го и т. д. порядковъ, образующіе во всей листовой пластинкѣ сложную **сѣтчатую нерватуру** листа, особенно хорошо видную, если разсматривать листъ на свѣтъ. Ко времени цвѣтенія левкоя главный стебель его усиленно вѣтвится и на концѣ вѣтвей 2-го или 3-го порядка сидятъ уже не листья, а цвѣты (см. рис. 13). Посмотримъ прежде всего, какъ устроены цвѣты левкоя, а затѣмъ зададимся вопросомъ, что такое цвѣтокъ цвѣтковыхъ растений — особый ли морфологическій органъ или все тѣ же, но метаморфозированные основные морфологическіе органы высшихъ растений.

Цвѣты левкоя расположены такъ называемыми **кистями** (см. рис. 13) на концѣ главнаго стебля и на концѣ вѣтвей 2-го, рѣдко 3-го порядка. Каждый цвѣтокъ сидитъ на особой боковой оси, называемой **цвѣтоножкой**. Ось эта продолжается внутрь цвѣтка и составляетъ **торъ** или **цвѣтоложе** цвѣтка. Части цвѣтка сидятъ на этомъ торѣ вполне правильно, закономѣрно, и эту закономѣрность расположенія различныхъ органовъ цвѣтка можно выразить, какъ вскорѣ увидимъ, особой формулой и діаграммой цвѣтка. Сначала на торѣ сидитъ наружный органъ цвѣтка, такъ называемая **чашечка** (см. рис. 14,

фиг. 1). Чашечка левкой состоитъ изъ 4-хъ зеленыхъ **чашелистиковъ**, свободныхъ, ланцетовидныхъ, сидящихъ попарно крестъ-на-крестъ на торѣ; два чашелистика, покрупнѣе и пошире, сидятъ на торѣ пониже, два другихъ, поуже и поменьше, чередуются съ двумя первыми и сидятъ на торѣ нѣсколько повыше. Чашелистики эти похожи на неразвитые верхушечные вегетативные листья левкой и сидятъ, слѣдовательно, двумя кругами или циклами на цвѣтоложѣ. Далѣе идетъ **вѣнчикъ** (см. рис. 14, фиг. 1) бѣлаго, розоваго или фіолетоваго цвѣта, состоящій изъ 4-хъ свободныхъ **лепестковъ**, сидящихъ въ промежуткахъ между чашелистиками, всѣ четыре однимъ кругомъ. Каждый лепестокъ имѣетъ широкую расширенную окрашенную сердцевидную верхнюю часть, которая называется **отгибомъ** лепестка, и суженную длинную нижнюю часть, нерѣдко окрашенную въ зеленый цвѣтъ, называемую **ноготкомъ**. Лепестки вѣнчика левкой, хотя и окрашенные въ разные цвѣта, еще довольно явственно сохранили въ себѣ листовую натуру: ноготокъ лепестка напоминаетъ намъ какъ бы черешокъ листа, а окрашенный отгибъ его — пластинку листа. Черезъ ноготокъ въ отгибъ лепестка проходитъ нервъ или сосудисто-волоконистый пучокъ, вѣтвящійся въ отгибъ многажды и образующій здѣсь, какъ въ пластинкѣ листа, сложную сѣтчатую нерватуру. Чашечка и вѣнчикъ образуютъ **двойной покровъ цвѣтка** левкой, скрывающій самыя существенныя части цвѣтка, мужскіе и женскіе органы размноженія. Если чашелистики и лепестки еще сохранили въ себѣ слѣды листовой природы и могутъ быть приняты за тѣ же, но измѣнившіеся, метаморфозированные листья левкой, то внутренніе органы цвѣтка левкой, тычинки и пестикъ, на первый взглядъ, съ листьями ничего общаго не имѣютъ. **Тычинокъ** у левкой шесть (см. рис. 14, фиг. 2), и онѣ образуютъ **андроцей** цвѣтка; это мужскіе органы размноженія левкой. Каждая тычинка состоитъ изъ удлиненной зеленоватой части, называемой **нитью** (см. рис. 15, *a*), и верхушечной части свѣтло-желтоваго цвѣта — **пыльника** (*b*). Незрѣлый пыльникъ со-

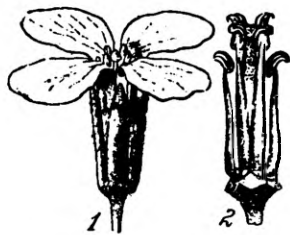


Рис. 14. 1 — Цвѣтокъ левкой; 2 — андроцей и гинецей левкой.

стоитъ изъ 4-хъ длинныхъ мѣшковъ — **пыльцевыхъ гнѣздъ**, которыя ко времени созрѣванія попарно сливаются и образуютъ два **пыльцевыхъ мѣшка**, растрескивающихся продольными щелями и высыпаящихъ тонкую свѣтло-палеваго цвѣта плодотворную **пыльцу**. Тычинокъ у левкоя, какъ только что сказано, — шесть. Двѣ тычинки короткія (см. рис. 15, *c*), сидятъ на цвѣтоложѣ пониже, какъ разъ насупротивъ двухъ болѣе мелкихъ внутреннихъ чашелистиковъ. Четыре тычинки длинныя (см. рис. 15, *d*), сидятъ однимъ кругомъ, повыше первыхъ двухъ короткихъ тычинокъ, попарно, каждая пара противъ двухъ наружныхъ чашелистиковъ.

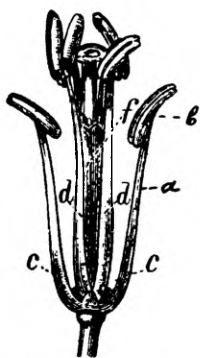


Рис. 15. Тычинки и пестикъ крестоцвѣтныхъ растений (наприм., левкоя, горчицы и др.): *c* — короткія, *d* — длинныя тычинки, *f* — пестикъ; *a* — нить, *b* — пыльникъ тычинки.

Если оборвать въ цвѣткѣ левкоя чашечку, вѣнчикъ и тычинки, то мы увидимъ, что торъ цвѣтка заканчивается женскимъ органомъ размноженія, называемымъ **пестикомъ** или **плодникомъ** и образующимъ гинецей цвѣтка (см. рис. 14, фиг. 2, рис. 15, *f*). Пестикъ у левкоя одинъ, на самой верхушкѣ тора. Онъ состоитъ изъ длинной, цилиндрической, нѣсколько сплюснутой съ боковъ **завязи**, короткаго **столбика** и двулопастнаго на концѣ органа, называемаго **рыльцемъ**. Въ поперечномъ или продольномъ разрѣзѣ завязь обнаруживаетъ **продольную** (ложную) **перегородку**, раздѣляющую ее на два **гнѣзда**, и въ каждомъ

гнѣздѣ сидитъ много такъ называемыхъ **сѣмяпочекъ** или **яичекъ**, будущихъ сѣмянъ этого растения. Пестикъ левкоя образовался изъ срастанія двухъ **плодолистиковъ**, несущихъ по загнутымъ внутрь краямъ только что упомянутыя сѣмяпочки.

Плодотворная пыльца изъ пыльниковъ тычинокъ попадаетъ на рыльце пестика и производитъ оплодотвореніе гинецея. Послѣ оплодотворенія завязь левкоя развивается въ **плодь**, а оплодотворенныя сѣмяпочки даютъ зрѣлыя **сѣмена**. Чашелистики, лепестки и тычинки при этомъ опадаютъ, а развивающаяся завязь пестика даетъ плодь — **стручекъ** (см. рис. 16), двугнѣздный, съ продольной ложной перегородкой и многими сѣменами въ каждомъ гнѣздѣ. Стручекъ послѣ созрѣванія разverzается снизу вверхъ двумя створками (см.

рис. 16, б), и зрѣлыя сѣмена высыпаются наружу. Изъ сѣмянъ вырастаютъ новые экземпляры левкой. Таково строение и назначеніе цвѣтка левкой. Строение это можно изобразить слѣдующей формулою:

$$K_{2+2} C_4 A_{2+4} G_{(2)},$$

гдѣ буква К обозначаетъ чашечку (calyx), а цифры 2+2 показываютъ, что чашечка состоитъ изъ четырехъ чашелистиковъ, расположенныхъ двумя кругами (или циклами), по два чашелистика въ каждомъ циклѣ; буква С обозначаетъ вѣнчикъ (corolla), состоящій изъ четырехъ лепестковъ, расположенныхъ однимъ кругомъ; буква А обозначаетъ андроцей (androecium), состоящій изъ двухъ тычинокъ наружнаго круга и четырехъ — внутренняго круга, а буква G означаетъ гинецей (gynaecium), образованный двумя сросшимися между собою плодolistиками, что обозначено скобками вокругъ цифры 2.

Планъ или діаграмму цвѣтка левкой, иначе говоря, горизонтальную



Рис. 17. Діаграмма цвѣтка левкой.

проекцію цвѣтка, можно представить такъ, какъ это изображено на прилагаемомъ рисункѣ (см. рис. 17), причемъ на діаграммѣ цвѣтка видно не только количество органовъ каждого цикла цвѣтка, но и взаимное ихъ расположеніе на цвѣтоложѣ или торѣ. Мы видимъ на діаграммѣ, что лепестки вѣнчика у левкой сидятъ крестъ-на-крестъ съ чашелистиками, что двѣ наружныхъ короткихъ тычинки противостоятъ двумъ чашелистикамъ внутренняго круга, что четыре внутреннихъ длинныхъ тычинки сидятъ попарно и противостоятъ двумъ наружнымъ чашелистикамъ, что завязь левкой въ поперечномъ разрѣзѣ двугнѣздная. Она собственно ложно-двугнѣздная, такъ какъ поперечная перегородка завязи ложная.

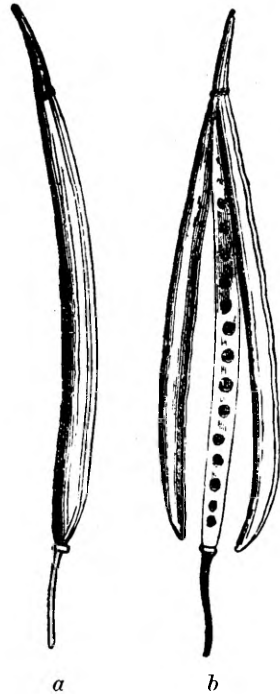


Рис. 16. Стручекъ левкой до (а) и послѣ (б) раскрыванія.

Мы видѣли выше, что расположеніе боковыхъ корней на главномъ корнѣ левкоя закономѣрно: они помѣщаются на главной оси вертикальными рядами. Мы видѣли выше, что расположеніе листьевъ на главномъ стеблѣ левкоя тоже закономѣрно: они помѣщаются на главной оси по спирали, по формулѣ $\frac{2}{6}$. Мы видимъ теперь, что и расположеніе боковыхъ органовъ цвѣтка (чашелистиковъ, лепестковъ, тычинокъ и плодолистиковъ) на цвѣтоложѣ или осевомъ органѣ цвѣтка тоже закономѣрно: они располагаются кругами или циклами. Такихъ цикловъ у левкоя шесть, и въ каждомъ циклѣ или по два, или по четыре боковыхъ органа, что ясно изъ діаграммы и формулы цвѣтка. Наконецъ, мы видимъ, что органы въ разныхъ циклахъ цвѣтка левкоя сидятъ не какъ попало, а правильно чередуясь другъ съ другомъ.

Таковы основныя закономѣрности наружнаго строенія левкоя; но такія же закономѣрности найдемъ мы и у другихъ растений, и, чтобы познакомиться съ основными законами наружной морфологіи или наружной архитектуры высшихъ цвѣтковыхъ растений, намъ надо, хотя бы бѣгло, пересмотрѣть еще нѣсколько примѣровъ изъ различныхъ семействъ цвѣтковыхъ растений.

Лекція третья.

Нѣкоторые примѣры строенія цвѣтковых растений.

Какъ второй примѣръ, возьмемъ примулу (см. рис. 18), изучимъ ея строеніе и сравнимъ съ левкоемъ. Не будемъ долго останавливаться на строеніи корня, стебля и листьевъ примулы. Новаго мы въ этихъ частяхъ почти ничего не найдемъ. У примулы, въ противоположность левкою, стебель, на примѣръ, очень укороченный, междоузлія не развиты, узлы сближены между собою, а потому листья какъ бы выходятъ цѣлымъ пучкомъ изъ корня, образуя такъ называемую **прикорневую розетку**. Сами листья имѣютъ очень длинные и ясно отъ пластинки отдѣленные черешки, пластинка же листа примулы крупная, широкая, зубчатая по краямъ и съ такой же, но еще лучше видимой сѣтчатой нерватурой.

Обратимся къ устройству цвѣтковъ примулы и вкратцѣ опишемъ ихъ. Цвѣты примулы, такъ же какъ и левкоя, имѣютъ двойной цвѣточный покровъ — чашечку и вѣнчикъ, но чашечка состоитъ у примулы изъ пяти зеленыхъ чашелистиковъ, сросшихся другъ съ другомъ краями, такъ что чашечка эта пятизубчатая (см. рис. 18, *б*, рис. 19, *В*, *С*), вѣнчикъ же состоитъ изъ пяти желтыхъ, бѣлыхъ, розовыхъ или фіолетовыхъ лепестковъ, также сросшихся между собою узкими частями, ноготками, въ узкую цилиндрическую **вѣнчиковую трубку**, отгибы же лепестковъ, которыхъ, конечно, пять, образуютъ пятилопастное блюдцевидное или тарелковидное образование (см. рис. 18, *б*, 19, *В*, *С*); на мѣстѣ

перехода отгибовъ лепестковъ въ вѣнчиковую трубку образуется **зѣвъ вѣнчика**, обычно окрашенный въ желтый цвѣтъ. Лепестки вѣнчика сидятъ такъ, что они чередуются съ зуб-



Рис. 18. Примула или первоцвѣтъ (*Primula officinalis*): 1 — цѣлое растеніе, 2 — цвѣтокъ въ продольномъ разрѣзѣ, 3 — плодъ, 5 — цвѣтокъ *Primula elatior*.

цами чашечки, съ чашелистиками. Если вспороть вдоль вѣнчиковую трубочку, то внутри трубки вѣнчика мы увидимъ пять тычинокъ, нитями своими почти цѣликомъ сросшихся съ трубкой вѣнчика и противостоящихъ лепесткамъ вѣнчика (см. рис. 19, B, C). Вѣнчикъ съ тычинками легко вынимается изъ чашечки и послѣ цвѣтенія падаетъ. Чашечка остается плотно сросшейся съ цвѣтоложемъ и послѣ цвѣтенія разрастается дальше. На днѣ чашечки находится одинъ пестикъ съ округлой завязью, длиннымъ столбикомъ и головчатымъ рыльцемъ. Поперечный разрѣзъ черезъ завязь показываетъ, что завязь у примулы одногнѣздная, сѣмяпочки же прикрѣплены къ центральной колонкѣ, находящейся по-

среди завязи. Колонка эта называется **осевымъ сѣмяносцемъ**. Послѣ оплодотворенія изъ завязи развивается сухой плодъ — **коробочка**, вскрывающаяся наверху десятью створками или зубчиками (см. рис. 18, 3) и высыпаящая наружу многочисленныя мелкія сѣмена, сидящія на осевомъ сѣмяносцѣ. Пестикъ примулы и его завязь образовались изъ срастанія пяти плодо-

листочковъ, а потому формула цвѣтка примулы будетъ такая :

$$K_{\bar{5}} C_{\bar{5}} A_{\bar{5}} G_{(5)}.$$

Въ этой формулѣ знакъ $\bar{\quad}$ подь 5 означаетъ, что чашелистики и лепестки наполовину срослись между собою, а знакъ () вокругъ 5 при G означаетъ, что гинецей образовался изъ срастанія пяти плодолистиковъ. Діаграмма цвѣтка примулы изображена на прилагаемомъ рисункѣ (см. рис. 19, А), и изъ діаграммы этой мы видимъ, что лепестки

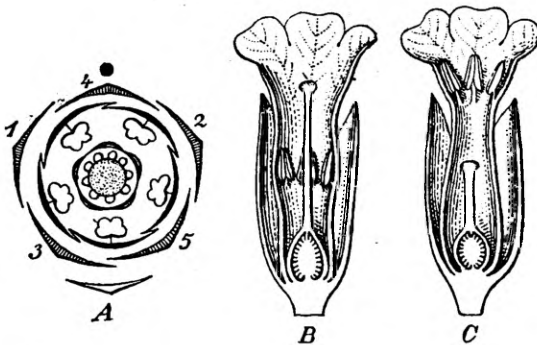


Рис. 19. А—діаграмма цвѣтка примулы (*Primula acaulis*), В—продольный разрѣзъ цвѣтка *Primula elatior* съ длиннымъ столбикомъ и короткими тычинками, С — то же, но съ короткимъ столбикомъ и длинными тычинками (гетеростилія).

чередуются съ чашелистиками, а тычинки противостоятъ лепесткамъ. Цвѣты примулы четырехциклическіе (у левкоя — шестициклическіе), пятичленные (у левкоя — двучленные).

Строеніе цвѣтка флокса (см. діаграмму на рис. 20) очень похоже на строеніе цвѣтка примулы. Пять узкихъ чашелистиковъ, наполовину сросшихся между собою, образуютъ не опадающую чашечку. Вѣнчикъ сростнолепестный, изъ пяти лепестковъ, чередующихся съ чашелистиками; лепестки, срастаясь, образуютъ цилиндрическую узкую трубку вѣнчика и широкій пятилопастный отгибъ его. Тычинокъ пять, приросшихъ нитями къ трубкѣ вѣнчика; но здѣсь тычинки чередуются съ лепестками вѣнчика, а не противостоятъ имъ, какъ у при-



Рис. 20. Діаграмма цвѣтка флокса.

мулы. Пестикъ одинъ, съ верхней завязью и длиннымъ столбикомъ, какъ у примулы. Но рыльце у флокса трехраздѣльное, а завязь на поперечномъ разрѣзѣ трехгнѣздная, а не одногнѣздная, какъ у примулы; образованъ пестикъ флокса изъ срастанія трехъ плодолистиковъ. Формула цвѣтка флокса будетъ такая:

$$K_{\bar{5}} C_{\bar{5}} A_{\bar{5}} G_{(3)},$$

а діаграмма изображена на прилагаемомъ рисункѣ (см. рис. 20).

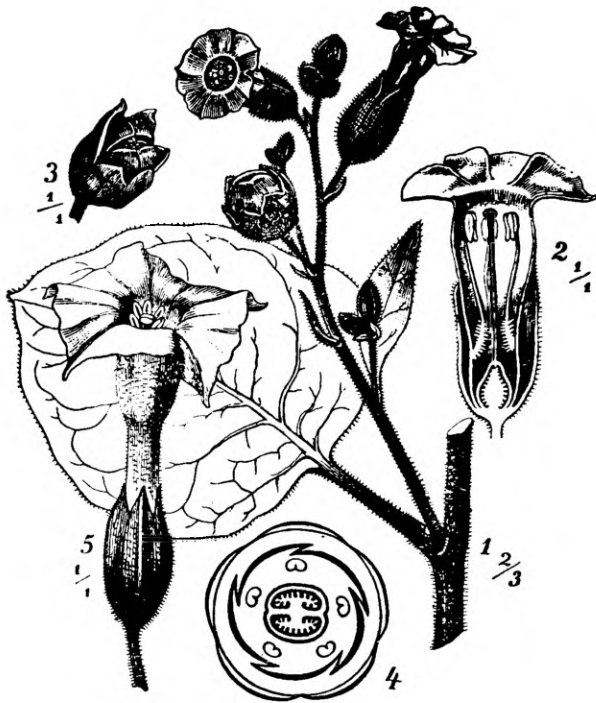


Рис. 21. Табакъ — махорка (*Nicotiana rustica*): 1 — часть растенія съ цвѣтами и листомъ; 2 — продольный разрѣзъ цвѣтка; 3 — зрѣлый, раскрывшійся двумя створками плодъ — коробочка въ остающейся не опадающей чашечкѣ; 4 — діаграмма цвѣтка; 5 — цвѣтокъ виргинскаго табака.

У табака (см. рис. 21) чашечка пятилистная, сростная, не опадающая (см. рис. 21, фиг. 5); вѣнчикъ (фиг. 5) состоитъ изъ пяти чередующихся съ чашелистиками лепестковъ, срастающихся между собою въ длинную узкую вѣнчиковую трубку и образующихъ пятилопастный широкій отгибъ. Пять тычинокъ (фиг. 2), чередующихся съ лопастями вѣнчика, нитями приросли къ трубкѣ вѣнчика. Пестикъ одинъ (фиг. 2),

съ конической верхней завязью, очень длиннымъ столбикомъ и двураздѣльнымъ рыльцемъ. На поперечномъ разрѣзѣ завязь двугнѣздная, съ большимъ количествомъ сѣмяпочекъ, прикрѣпленныхъ къ осевому сѣмяносу. Плодъ — коробочка (фиг. 3), раскрывающаяся двумя створками. Пестикъ образованъ изъ срастанія двухъ плодолистиковъ. Диаграмма цвѣтка табака изображена на прилагаемомъ рисункѣ (см. рис. 21, фиг. 4), а формула его такая:

$$K_5 C_5 A_5 G_{(2)}.$$

У всѣхъ разсмотрѣнныхъ цвѣтовъ чашелистики и лепестки были одинаковой величины и одной и той же формы. Такіе цвѣты называются **правильными** или **много-симметричными (актиноморфными)**, ибо ихъ можно разрѣзать пополамъ на двѣ симметричныя части въ любомъ направленіи. Органы цвѣтка на торѣ сидятъ у всѣхъ у нихъ въ вполнѣ опредѣленной послѣдовательности: внизу чашелистики, далѣе выше лепестки вѣнчика, еще выше тычинки, и самую верхнюю часть тора занимаетъ завязь пестика. Такая завязь, расположенная наверху тора, такъ, что тычинки, лепестки и чашелистики прикрѣпляются подъ завязью, называется **верхней завязью**, а цвѣты съ верхней завязью называются цвѣтами **подпестичными** (см. рис. 48, А).

Разсмотримъ теперь **Иванъ да-Марью** (*Viola tricolor*). У Иванъ-да-Марьи во-первыхъ интересно устройство листьевъ. Листья болѣе сложные, чѣмъ у ранѣе разсмотрѣнныхъ растеній. Листъ состоитъ здѣсь изъ широкой зеленой пластинки, черенка и влагалища; но, кромѣ того, около влагалища прикрѣпляется съ обѣихъ сторонъ по одному болѣе мелкому какъ бы добавочному зеленому листочку: это такъ называемые **прилистники**. На цвѣтоножкѣ, недалеко отъ цвѣтка сидятъ двѣ небольшихъ, свѣтло-зеленыхъ, почти бѣловатыхъ, чешуйки — это **прицвѣтники**. Прицвѣтники мы, впрочемъ, могли наблюдать и у другихъ, ранѣе разсмотрѣнныхъ растеній. Ихъ нѣтъ у левкоя, но у примулы, флокса и табака на цвѣтоножкахъ имѣются верхушечные зеленые небольшой величины листочки, которые тоже называются прицвѣтниками; только у этихъ растеній прицвѣтники очень схожи съ остальными вегетативными листьями, а у Иванъ-да-Марьи прицвѣтники очень сильно отличаются величиной, формой и окраской отъ

обычныхъ вегетативныхъ листьевъ этого растенія и представляють какъ бы сильно сокращенные листья. Оригинально

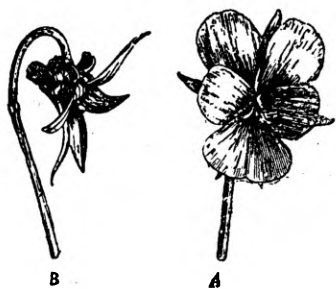


Рис. 22. Цвѣтокъ (А) и чашелистики (В) Иванъ-да-Марьи (*Viola tricolor*).

устроень цвѣтокъ Иванъ да-Марьи. При первомъ взглядѣ на него мы видимъ, что чашелистики и лепестки его не одинаковой величины и формы (см. рис. 22), что разрѣзать цвѣтокъ этотъ на двѣ симметричныя половины можно лишь въ одномъ направленіи и притомъ въ плоскости, перпендикулярной къ оси, несущей цвѣтокъ. Плоскость эта называется **медіанной плоскостью**, и плоскость

симметріи цвѣтка здѣсь совпадаетъ съ медіанной плоскостью, цвѣты же Иванъ-да-Марьи будутъ, слѣдовательно, не многосимметричныя, какъ у ранѣе рассмотрѣнныхъ растеній, а всего **двусимметричныя** или, иначе говоря, **неправильныя, зигоморфныя**. Зигоморфія цвѣтка есть признакъ болѣе высокаго, болѣе совершеннаго его развитія.

Цвѣтокъ Иванъ-да-Марьи или фіалки состоитъ изъ пяти плотно приросшихъ къ цвѣтоложу и не опадающихъ чашелистиковъ (см. рис. 22, В). Чашелистики эти между собою, однако, не срослись, и два переднихъ чашелистика крупнѣе двухъ боковыхъ и одного задняго (см. рис. 23). Каждый чашелистикъ имѣетъ листовидный придатокъ ниже мѣста прикрѣпленія самого чашелистика къ тору цвѣтка. Вѣнчикъ (см. рис. 22, А) состоитъ изъ пяти ярко окрашенныхъ лепестковъ, чередующихся съ чашелистиками и не одинаковой величины и формы. Самые крупные лепестки два заднихъ, передній же лепестокъ



Рис. 23. Диаграмма цвѣтка Иванъ-да-Марьи (*Viola*).

снабженъ полымъ выростомъ, называемымъ **шпорцемъ**. Шпорецъ этотъ просовывается между двумя передними чашелистиками (см. рис. 23). Лепестки вѣнчика снабжены очень короткими ноготками и послѣ цвѣтенія опадаютъ. Далѣе, внутри цвѣтка мы видимъ пять весьма оригинальныхъ тычинокъ (см. рис. 24, А). Онѣ имѣютъ короткіе очень широкіе бѣлые пыльники и слиплись между собою этими пыль-

никами въ одну общую пыльниковую трубку, обхватывающую завязь; надъ пыльниками имѣются бурые придатки. Нити тычинокъ очень тонкія и короткія.

Тычинки противостоятъ чашелистикамъ и чередуются съ лепестками вѣнчика, какъ видно на прилагаемой діаграммѣ (см. рис. 23). Двѣ переднихъ тычинки имѣютъ каждая по одному длинному узкому зеленоватому шпорцу. Шпорцы эти прилегаютъ другъ къ другу, и оба заключены въ шпорцевидномъ выростѣ передняго лепестка вѣнчика. Пестикъ у Иванъ-да-Марьи одинъ, съ верхней трехгранной завязью, колѣнчато-изогнутымъ столбикомъ

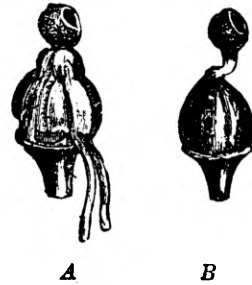


Рис. 24. Тычинки и пестикъ Иванъ-да-Марьи (*Viola tricolor*).

и огромнымъ головчатымъ рыльцемъ, имѣющимъ видъ какъ бы раскрытой пасти (см. рис. 24). Пестикъ образованъ изъ срастанія трехъ плодолистиковъ. Сѣмяпочки помѣщаются на этихъ плодолистикахъ постѣнно, а плодъ — разверзающаяся тремя створками сухая коробочка (см. рис. 25), съ большимъ количествомъ сѣмянъ, расположенныхъ постѣнно (паріетально). Диаграмма цвѣтка дана на прилагаемомъ рисункѣ (см. рис. 23), формула же его будетъ

$$K_5 C_5 A_5 \overline{G}^{(5)}.$$

Рис. 25. Плодъ Иванъ-да-Марьи (*Viola*) — трехстворчатая коробочка.

Въ этой формулѣ знакъ $\overline{\quad}$ надъ 5 при *A* обозначаетъ, что тычинки слиплись между собою верхней частью, пыльниками.

У льюинаго зѣва (*Antirrhinum majus*) цвѣтокъ (см. рис. 26) также двусимметричный, зигоморфный, какъ и у Иванъ-да-Марьи, но онъ сростнолепестный, а не свободнолепестный, какъ у послѣдней. Чашечка пятилистная, наполовину сросшаяся основаніями чашелистиковъ. Вѣнчикъ сростнолепестный, двугубый, въ видѣ пасти какого-нибудь животнаго. Верхняя часть вѣнчика, верхняя его губа (см. рис. 26, *B*) образовалась изъ срастанія двухъ лепестковъ вѣнчика, нижняя — изъ срастанія трехъ лепестковъ, и обѣ губы по бокамъ срослись между собою въ общую вѣнчиковую трубку (см. рис. 26, *A*). Лепестки вѣнчика чередуются съ чашели-

стиками. Если мы вскроемъ вдоль трубку вѣнчика, то увидимъ, что къ внутренней поверхности трубки вѣнчика при-

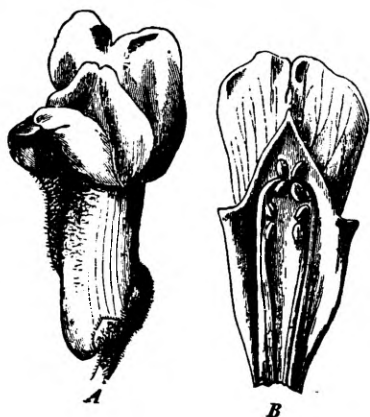


Рис. 26. *Antirrhinum majus* — львиный зѣвъ: А — цвѣтокъ, В — верхняя губа съ 4-мя тычинками.

росли нитями тычинки (см. рис. 26, В), какъ у примулы, флокса и табака. Но тычинокъ здѣсь не пять, какъ можно было бы ожидать по аналогіи съ указанными только что цвѣтами, а всего четыре, причемъ двѣ тычинки (заднія) короче, двѣ другихъ (переднія) — длиннѣе. Переднія тычинки помѣщаются между лепестками, образующими нижнюю губу вѣнчика, а заднія между верхней и нижней губой, какъ хорошо видно на прилагаемой діаграммѣ (см. рис. 27). Такимъ образомъ остается одно мѣсто, между двумя лепестками верхней губы вѣнчика, гдѣ, казалось, могла бы сидѣть пятая тычинка — задняя, но ея въ готовомъ цвѣткѣ львинаго зѣва нѣтъ. Исторія развитія цвѣтка показываетъ, однако, что у львинаго зѣва залагается пять тычинокъ, чередующихся съ лепестками вѣнчика. Но пятая задняя тычинка далѣе не развивается, и въ готовомъ цвѣткѣ она атрофирована совершенно, остальные же четыре тычинки развиваются неравномѣрно: двѣ заднія тычинки или, точнѣе говоря, боковыя отстаютъ въ своемъ развитіи отъ двухъ переднихъ. Пестикъ у львинаго зѣва одинъ, построенъ по типу пестика табака, т. е., верхняя завязь, двугнѣздная, многосѣменная, съ осевымъ сѣмяноцемъ, длинный столбикъ и рыльце. Пестикъ образованъ изъ срастанія двухъ плодолистиковъ. Плодъ — коробочка, раскрывающаяся двумя створками, двугнѣздная, многосѣменная. Форма цвѣтка львинаго зѣва такая:

$$K_5 C_5 A_4 G^{(2)}.$$

Цвѣтокъ шалфея (*Salvia*) въ общемъ очень похожъ на цвѣтокъ львинаго зѣва (см. рис. 28). Онъ зигоморфный, съ

росли нитями тычинки (см. рис. 26, В), какъ у примулы, флокса и табака. Но тычинокъ здѣсь не пять, какъ можно было бы ожидать по аналогіи съ указанными только что цвѣтами, а всего четыре, причемъ двѣ тычинки (заднія) короче, двѣ другихъ (переднія) — длиннѣе. Переднія тычинки помѣщаются между лепестками, образующими нижнюю губу вѣнчика, а заднія между верхней и нижней губой, какъ хорошо видно на прилагаемой діаграммѣ (см. рис. 27). Такимъ образомъ оста-



Рис. 27. Діаграмма цвѣтка львинаго зѣва (*Antirrhinum majus*).

двугубымъ вѣнчикомъ. Чашечка сростнолистная, пятичленная. Вѣнчикъ сростнолепестный: верхняя губа образована двумя лепестками, нижняя — тремя. Лепестки чередуются

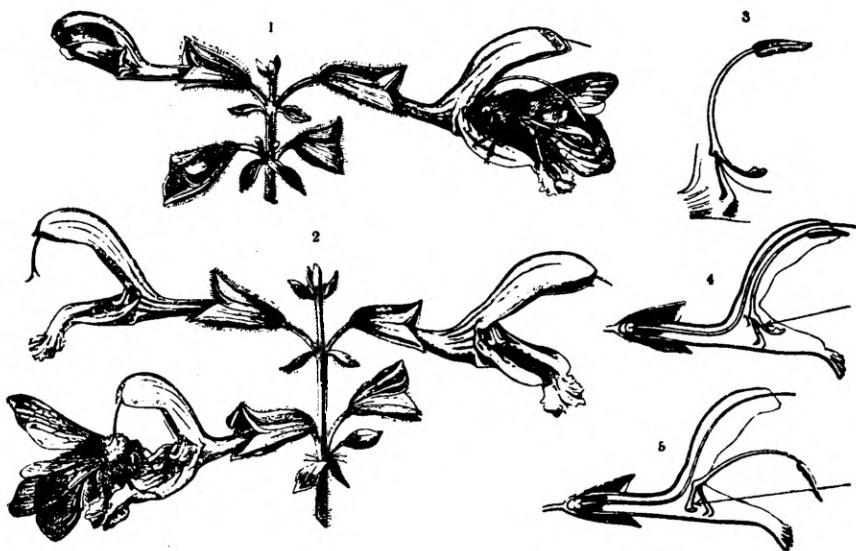


Рис. 28. Цвѣты шалфея (*Salvia glutinosa*): 1, 2 — цвѣты въ естеств. величину, 3 — тычинка, 4, 5 — продольный разрѣзъ цвѣтка.

съ чашелистиками. Тычинокъ, присосшихъ нитями къ трубкѣ вѣнчика, здѣсь, однако, всего двѣ, но исторія развитія цвѣтка показываетъ, что и здѣсь залагается пять чередующихся съ лепестками вѣнчика тычинокъ, однако развиваются окончательно изъ заложенныхъ пяти тычинокъ всего двѣ. Отличается своимъ строеніемъ пестикъ. Завязь его верхняя, снаружи четырехлопастная, а въ поперечномъ разрѣзѣ четырехгнѣздная (точнѣе, четырехкамерная, ибо одна перегородка основная, другая же, крестна-крестъ къ первой сидящая, — ложная). Въ каждомъ гнѣздѣ или камерѣ по одной сѣмяпочкѣ. Столбикъ длинный, заканчивается раздвоеннымъ тонкимъ рыльцемъ, похожимъ на жало змѣи (см. рис. 28, фиг. 2). Плодъ дробный, четыре орѣшка, съ однимъ сѣмячкомъ въ каждомъ орѣшкѣ. Собственно, завязь шалфея образована двумя плодолистками и двугнѣздная, какъ у табака и львиного зѣва, съ двумя сѣмяпочками въ каждомъ гнѣздѣ



Рис. 29. Диаграмма цвѣтка шалфея (*Salvia*).

завязи, но, вслѣдствіе образования вторичной ложной перегородки здѣсь получается, какъ сказано выше, четырехкамерная завязь, съ одной сѣмяпочкой въ каждой камерѣ,

а послѣ созрѣванія завязи, каждая камера ея даетъ плодъ — орѣшекъ, съ однимъ сѣменемъ въ каждомъ изъ четырехъ орѣшковъ. Формула цвѣтка шалфея такова:

$$K_5 C_5 A_2 G_{(2)}.$$

У лютика (*Ranunculus*) (см. рис. 30) цвѣтокъ (см. рис. 31, 32) построенъ такъ: 5 зеленовато-желтыхъ свободныхъ чашелистика (см. рис. 30, фиг. 2), 5 чередующихся съ ними свободныхъ золотисто-желтыхъ лепестковъ (фиг. 3); затѣмъ по выпуклому тору цвѣтка, по спирали расположено большое количество (неопредѣленное) свободныхъ тычинокъ, а верхняя часть тора



Рис. 30. Лютик ѣдкій (*Ranunculus acer*): 1, a — прикорневой листъ, 1 — верхняя часть растенія, 2 — цвѣтокъ снизу; 3 — лепестокъ совнутри, 4 — плодикъ, 5 — діаграмма цвѣтка.

занята многочисленными, также въ неопредѣленномъ количествѣ (что обозначается въ формулѣ знакомъ безконечности — ∞), пестиками. Каждый пестикъ образованъ однимъ всего плодолистикомъ (фиг. 4), сросшимся краями.



Рис. 31. Продольный разрѣзь цвѣтка лютика — *Ranunculus sceleratus*, какъ примѣръ цвѣтка съ сильно выпуклымъ цвѣтоложемъ, съ неопредѣленнымъ количествомъ спирально-расположенныхъ плодущихъ органовъ цвѣтка (плодолистиковъ и тычинокъ) и съ двойнымъ покровомъ (чашечкой и вѣнчикомъ).

Каждый пестикъ состоитъ изъ одноклѣздной завязи, съ одной сѣмяпочкой внутри, и крючковиднаго рыльца. Цвѣтокъ правильный. Плодъ — сложная сѣмянка. Формула цвѣтка

$$K_5 C_5 A_\infty G_\infty.$$

У аконита (*Aconitum*), весьма близкаго къ лютику и принадлежащаго къ тому же семейству *Ranunculaceae*, цвѣтокъ зигоморфный, неправильный (см. рис. 33, 34). Онъ состоитъ изъ окрашенной въ темно-синій цвѣтъ чашечки, состоящей изъ пяти чашелистиковъ; задній чаше-

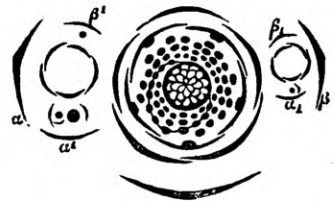


Рис. 32. Диаграмма соцвѣтїя *Ranunculus acer*: $\alpha, \beta, \alpha^1, \alpha^1, \beta^1, \beta^1$ — прицвѣтники. Боковые цвѣтки только намѣчены. Цвѣтокъ въ чашечкѣ и вѣнчикѣ циклическій, въ андроецѣ спиральный, по формулѣ $\frac{8}{21}$.

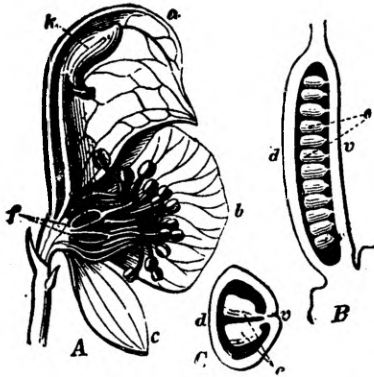


Рис. 33. Акони́тъ — *Aconitum Napellus*. А — продольный разрѣзъ цвѣтка: a — половина шлемовиднаго чашелистика, b, c — два другіе чашелистика, k — медовикъ, f — пестики. В — продольный разрѣзъ завязи. С — поперечный разрѣзъ ея: v — брюшной шовъ, d — спинной шовъ, o — сѣмяпочки.

листикъ самый крупный, шлемовидный (см. рис. 33, А, a), два боковыхъ лепестковидныхъ чашелистика значительно мельче (b), два переднихъ чашелистика самыхъ мелкихъ и узкихъ (c). Если мы оборвемъ эти пять окрашенныхъ чашелистиковъ, то внутри цвѣтка на выпукломъ торѣ увидимъ большое количество расположенныхъ по спирали тычинокъ (см. рис. 34, В, e), а на самомъ верху тора три пестика (p).

Но снаружи, ниже тычинокъ помѣщаются на торѣ еще шесть очень узкихъ и мелкихъ окрашенныхъ листочковъ, и въ задней части цвѣтка, какъ разъ тамъ, гдѣ помѣщался шлемовидный крупный чашелистикъ, мы видимъ двѣ оригинальныхъ фи-

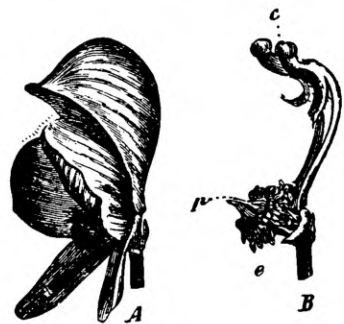


Рис. 34. Цвѣтокъ аконита: А — цѣлый, В — послѣ удаленія вѣнчикообразной чашечки; c — медовики, p — пестики, e — тычинки.

гурки, въ родѣ коньковъ на русскихъ крестьянскихъ крышахъ (см. рис. 33, *A, k* и рис. 34, *B, c*). Эти двѣ фигурки, расположенныя какъ разъ въ шлемѣ цвѣтка, и шесть узкихъ мелкихъ окрашенныхъ листочковъ



составляютъ второй кругъ цвѣтка, крайне, однако, редуцированный вѣнчикъ, состоящій здѣсь изъ восьми лепестковъ. У аконита роль и свойства вѣнчика (окрашенность листьевъ) приняла на себя чашечка, а вѣнчикъ б. и. м. редуцировался, два же его заднихъ лепестка обратились въ медовики или нектарники (рис. 34, *B, c*). Гинецей аконита, какъ сказано, образованъ тремя свободными пестиками. Каждый пестикъ (см. рис. 33, *B, C*) образовался изъ срастанія одного плодолистика. Онъ состоитъ изъ одногнѣздной многосѣменной завязи, столбика и рыльца. Плодь — сложная листовка, раскрывающаяся по брюшному шву. Формула цвѣтка:

Рис. 35. Гвоздика — *Dianthus Caryophyllus*.

$$K_5 C_8 A_{\infty} G_2$$

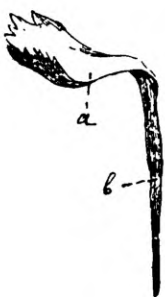


Рис. 36. Лепестокъ гвоздики: *a* — отгибъ, *b* — ноготокъ.

У гвоздики (см. рис. 35) чашечка пятилистная, сростная, пятизубчатая. Вѣнчикъ изъ пяти чередующихся съ чашелистиками свободныхъ лепестковъ, съ ноготкомъ и отгибомъ (см. рис. 36), какъ и у левкоя. Тычинокъ десять, расположенныхъ двумя кругами, но андроцей здѣсь **обдиплостемонный**. Это значитъ слѣ-



Рис. 37. Плоды гвоздичныхъ въ продольномъ разрѣзѣ: 1 — *Silene nutans*, 2 — *Dianthus Caryophyllus*.

дующее (см. рис. 38, *B*): 5 наружныхъ тычинокъ андроцея противостоятъ лепесткамъ вѣнчика, а 5 внутреннихъ тычинокъ чередуются съ ними и противостоятъ чашелистикамъ. Впрочемъ, исторія развитія цвѣтка гвоздики показываетъ, что наружныя тычинки, по происхожденію своему, принадлежатъ собственно внутреннему кругу и, слѣдовательно, чередуются

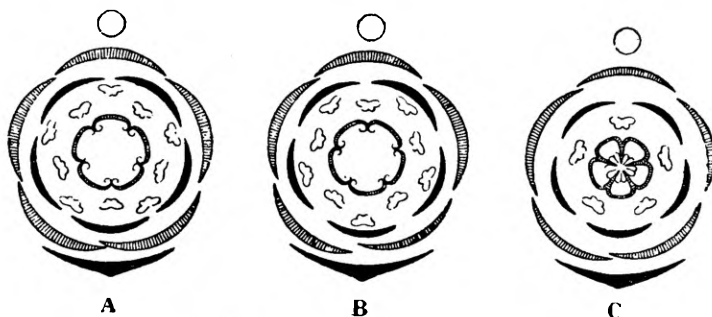


Рис. 38. Схематическія діаграммы цвѣтовъ: *A* — диплостемоннаго, *B* — обдиплостемоннаго, *C* — гаплостемоннаго.

съ лепестками вѣнчика. Противочашечныя же тычинки принадлежатъ наружному кругу, и лишь вслѣдствіе дальнѣйшаго смѣщенія обоихъ цикловъ тычинокъ при развитіи цвѣтка нарушается правильное чередованіе его органовъ и ихъ перестановка: наружный кругъ тычинокъ дѣлается внутреннимъ,

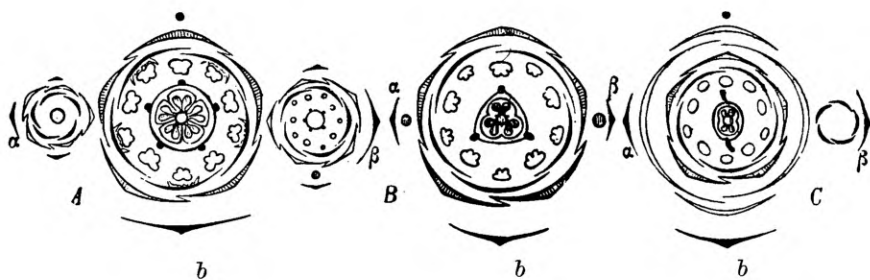


Рис. 39. Диаграммы цвѣтовъ нѣкоторыхъ гвоздичныхъ (*Caryophyllaceae*): *A* — *Viscaria viscosa*, *B* — *Silene venosa*, *C* — гвоздика, *Dianthus plumarius*; послѣдняя съ 4-мя покровными листьями; всѣ три съ прицвѣтниками — α — β и съ покровнымъ листомъ *b* — впереди діаграммъ.

а внутренней наружнымъ. Пестикъ гвоздики состоитъ изъ одной одногнѣздной завязи, съ однимъ центральнымъ сѣмяносецемъ и многими сѣмяпочками (см. рис. 37, 2), и изъ двухъ столбиковъ, оканчивающихся каждый однимъ рыльцемъ. Плодь — коробочка, разверзающаяся створками (см. рис. 37).

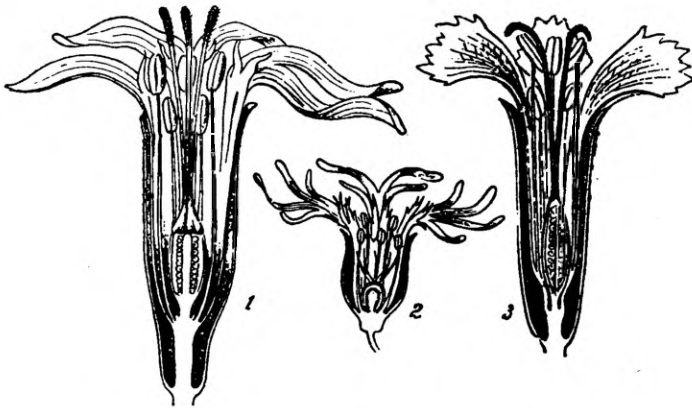


Рис. 40. Цвѣты нѣкоторыхъ гвоздичныхъ (*Caryophyllaceae*): 1 — *Silene nutans*, 2 — *Lychnis Flos-cuculi*, 3 — *Dianthus Carthusianorum*. На фиг. 1 и 2 видна коронка или paracorolla.



Рис. 41. Душистый горошекъ.

Пестикъ образовался срастаніемъ двухъ плодолистиковъ. Цвѣты гвоздики многосимметричны, а формула ихъ выражается такъ :

$$K_{\bar{5}} C_{\bar{5}} A_{5+5} G_{(2)}.$$

У другихъ гвоздичныхъ, однако, замѣчается три и даже пять столбиковъ пестика, и пестикъ образованъ срастаніемъ трехъ и даже пяти плодолистиковъ (см. рис. 39 и 40). Формулы цвѣтовъ такихъ гвоздичныхъ будутъ :

$$K_{\bar{5}} C_{\bar{5}} A_{5+5} G_{(3)} \text{ или } K_{\bar{5}} C_{\bar{5}} A_{5+5} G_{(5)}.$$

У душистаго горошка (см. рис. 41) цвѣтокъ зигоморфный, неправильный. Чашечка изъ пяти сросшихся между собою чашелистиковъ, съ которыми чередуются 5 лепестковъ вѣнчика, весьма ори-

гинально устроенныхъ. Задній, самый крупный лепестокъ вѣнчика называется **парусомъ** или **флагомъ** (см. рис. 43, *a*); два боковыхъ лепестка поменьше, ясно-ноготковые, называются **крыльями** или **веслами** (*b*), и, наконецъ, два переднихъ лепестка, срастающихся однимъ краемъ другъ съ другомъ, образуютъ такъ называемую **лодочку** (*c*). Остальные лепестки всѣ свободны. Такой зигоморфный вѣнчикъ называется **мотыльковымъ**. Въ лодочкѣ вѣнчика помѣщаются тычинки и пестикъ. Тычинокъ у душистаго горошка десять (см. рис. 42, *A* и рис. 44, *A, B*), но девять изъ нихъ срослись нитями въ одну трубку, десятая же задняя или верхняя тычинка свободная (*a*). Такой андроцей называется **двубратственнымъ** (см. рис. 42, *A*). Если же всѣ десять тычинокъ срастаются между собою нитями въ одну трубку, то такой андроцей называется **однубратственнымъ** (см. рис. 42, *B*); онъ встрѣчается у нѣкоторыхъ растений,

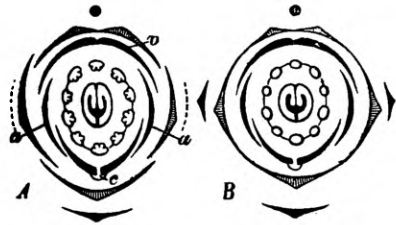


Рис. 42. Диаграммы мотыльковыхъ растений: *A* — двубратственного, *B* — однубратственного; *v* — парусъ, *a* — крылья или весла, *c* — лодочка.

Такой андроцей называется **двубратственнымъ** (см. рис. 42, *A*). Если же всѣ десять тычинокъ срастаются между собою нитями въ одну трубку, то такой андроцей называется **однубратственнымъ** (см. рис. 42, *B*); онъ встрѣчается у нѣкоторыхъ растений,

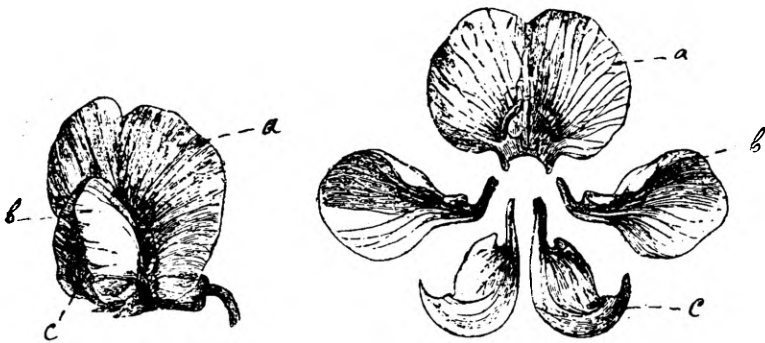


Рис. 43. Цвѣтокъ душистаго горошка: *a* — парусъ или флагъ, *b* — крылья или весла, *c* — лодочка.

родственныхъ душистому горошку и принадлежащихъ къ одному съ нимъ семейству мотыльковыхъ растений. Однубратственность встрѣчается, однако, рѣже, чѣмъ двубратственность. Въ готовомъ цвѣткѣ душистаго горошка всѣ 10 тычинокъ расположены однимъ кругомъ, но исторія развитія цвѣтка показываетъ, что здѣсь, такъ же какъ и у

гвоздики, залагается 10 тычинокъ двумя кругами, по 5 въ каждомъ, и тычинки эти правильно чередуются между собою и съ чашелистиками и лепестками, такъ же какъ и у гвоздики.

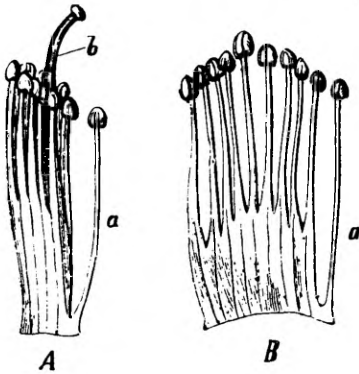


Рис. 44. Двубратственный андроецей душистаго горошка: А — въ естественномъ состоянїи, В — въ развернутомъ видѣ; а — свободная десятая тычинка; б — столбикъ пестика.

долистика своими краями и заканчивается столбикомъ и рыльцемъ. Плодъ душистаго горошка — бобъ, разверзающійся по брюшному шву (см. рис. 46) и высыпаящій сѣмена — горошины. Формула цвѣтка можетъ быть изображена такъ:

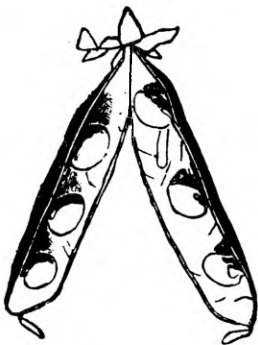


Рис. 46. Плодъ душистаго горошка — бобъ, разверзающійся по брюшному шву.

Лишь при дальнѣйшемъ разрастанїи цвѣтка, вслѣдствїе явленїей смѣщенїя и срастанїя, первоначально заложенные два круга тычинокъ образуютъ въ концѣ концовъ одинъ кругъ изъ 10 тычинокъ. Пестикъ душистаго горошка (см. рис. 45) состоитъ изъ одной одногнѣздной завязи съ большимъ количествомъ сѣмяпочекъ, расположенныхъ по брюшному шву завязи; завязь образовалась изъ срастанїя одного всего пло-

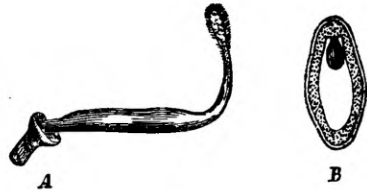


Рис. 45. Пестикъ душистаго горошка: А — цѣликомъ, В — въ поперечномъ разрѣзѣ.

$$K_5 C_5 A_{9+1} G_{(1)},$$

но теоретическая формула этого цвѣтка должна быть такая:

$$K_5 C_5 A_{5+5} G_{(1)}.$$

Цвѣтокъ кипрея или Иванъ-чая (*Epilobium angustifolium*) (см. рис. 47) построенъ такъ. Чашечка четырехлистная, наполовину сросшаяся и обнимающая завязь, которая у даннаго цвѣтка сидитъ подъ цвѣткомъ, а не въ цвѣткѣ. Это первый примѣръ цвѣтка съ нижней завязью (сравни

рис. 48, С). Пестикъ здѣсь, конечно, такъ же занимаетъ верхушку тора, какъ и у цвѣтовъ съ верхней завязью (ср. рис. 48, А), съ которыми мы до сихъ поръ познакомились. Но вслѣдствіе смѣщенія при дальнѣйшемъ разрастаніи цвѣтка, завязь пестика очутилась внизу, подъ цвѣткомъ, и лепестки и тычинки прикрѣпляются въ цвѣткѣ надъ завязью, а не подъ ней. Вѣнчикъ состоитъ изъ четырехъ чередующихся съ чашелистиками свободныхъ лепестковъ (см. рис. 47, 1). Тычинокъ восемь, расположенныхъ двумя кругами (см. рис. 47, 4) и чередующихся другъ съ другомъ и съ лепестками и чашелистиками. Завязь четырехгнѣздная многосѣменная. Столбикъ одинъ, но четыре хорошо развитыхъ рыльца. Пестикъ образовался изъ сра-



Рис. 47. Иванъ-чай или кипрей (*Epilobium angustifolium*): 1 — соцветіе, 2 — зрѣлый разверзающійся плодъ, 3 — сѣмя, 4 — діаграмма цвѣтка.

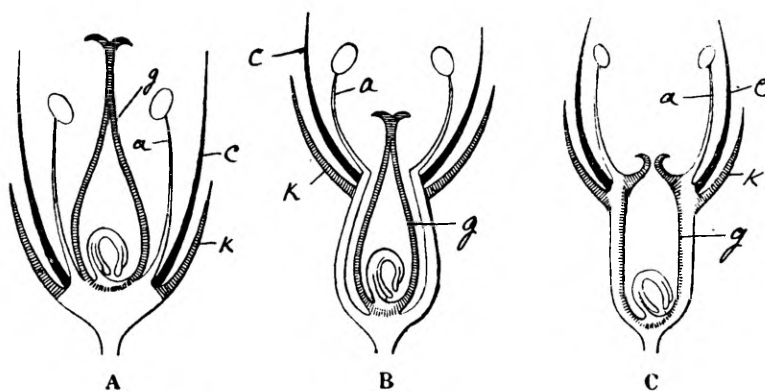


Рис. 48. Схематическіе продольные разрѣзы цвѣтковъ: А — съ верхней завязью (подпестичный цвѣтокъ); В — съ полунижнею завязью (околупестичный цвѣтокъ); С — съ нижнею завязью (подпестичный цвѣтокъ); *k* — чашечка, *c* — вѣнчикъ, *a* — тычинки, *g* — пестикъ.

станія четырехъ плодолистиковъ. Плодъ — коробочка (фиг. 2). Формула цвѣтка кипрея будетъ такая:

$$K_4 C_4 A_{4+4} G_{(4)}.$$

У дыни или огурца цвѣты правильные, тоже съ нижнею завязью. Но у дыни цвѣты двоякаго рода (см. рис. 49). Одни цвѣты имѣютъ пять чашелистиковъ, наполовину срос-



Рис. 49. Дыня (*Cucumis Melo*) съ женскимъ (2) и (выше) мужскимъ цвѣтками.

шихся между собою и обнимающихъ нижними своими частями крупную нижнюю трехгнѣздную завязь; далѣе идетъ сростно-лепестный крупный желтый вѣнчикъ, образованный пятью лепестками, чередующимися съ чашелистиками, и затѣмъ въ центрѣ такого цвѣтка мы видимъ столбикъ и ясно развитое трехлопастное рыльце. Но тычинокъ въ этихъ цвѣтахъ дыни, именуемыхъ женскими цвѣтами, мы не найдемъ. Зато другіе цвѣты дыни совершенно не имѣютъ завязи и состоятъ

изъ пяти сросшихся внизу чашелистиковъ, пятизубчатого вѣнчика и пяти тычинокъ, сросшихся между собою пыльниками. Завязи совсѣмъ нѣтъ, и только внутри цвѣтка имѣется недоразвитый столбикъ и рыльце. Это мужскіе цвѣты дыни. Итакъ, здѣсь цвѣты раздѣльнополые, но однодомные, ибо и мужскіе, и женскіе цвѣты тыквы или огурца помѣ-



Рис. 50. Ива — *Salix Caprea*: *a* — вѣтвь съ мужскими сereжками, *b* — вѣтвь съ женской сereжкой, *c* — вѣтвь съ листьями.

щаются на одномъ и томъ же растеніи. Есть немало растеній, у которыхъ, подобно какъ у тыквы, имѣются мужскіе и женскіе цвѣты, т. е. цвѣты раздѣльнополые. Но у нѣкоторыхъ изъ такихъ растеній мужскіе цвѣты помѣщаются на однихъ экземплярахъ, а женскіе на другихъ (наприм., у ивы — см. рис. 50 и 51). Такія растенія называются двудомными. Формулы цвѣтовъ дыни можно изобразить такъ:

$$\text{♂ } K_{\bar{5}} C_{\bar{5}} A_{\bar{5}} \quad \text{♀ } K_{\bar{5}} C_{\bar{5}} G_{(3)},$$

причемъ знакъ ♂ обозначаетъ мужской цвѣтокъ, а знакъ ♀ — женскій цвѣтокъ. Теоретическая же формула цвѣтка дыни будетъ:

$$K_{\bar{5}} C_{\bar{5}} A_{\bar{5}} G_{(3)}.$$



Рис. 51. Цвѣты ивы—*Salix Caprea*:
 А — женскій цвѣтокъ съ покровнымъ листомъ, пестикомъ и дискомъ;
 В — мужской цвѣтокъ, съ двумя тычинками, покровнымъ листомъ и дискомъ.

Въ заключеніе рассмотримъ еще тюльпанъ. У тюльпана подъ землею, кромѣ корней, имѣется особое образование — луковица. Луковица (см. рис. 52) есть не что иное, какъ подземный стебель съ очень укороченными междоузліями и измѣненными или метаморфозированными листьями, образующими луковичныя чешуи. Листья тюльпана цѣльные, цѣльнокрайніе и имѣютъ не сѣтчатую нерватуру, какъ у всѣхъ до сихъ поръ рассмотрѣнныхъ растений, а нерватуру параллельную (см. рис. 53). Тамъ нѣтъ въ листѣ главнаго нерва, отъ котораго отходили бы и вѣтвились нервы 2-го, 3-го и т. д. порядковъ, образуя столь характерную сѣтчатую нерватуру листа, которую мы наблюдали у левкоя, примулы и другихъ изученныхъ растений. Нервы листа тюльпана, выходя изъ черешка листа въ пластинку, расходятся по пластинкѣ этой б. и. м. параллельно, или дугообразно изгибаясь, образуя совершенно особые параллельно-нервные или дуго-нервные листья. Своеобразно построены и цвѣты тюльпана. Во-первыхъ, мы не видимъ здѣсь чашечки, а имѣется только вѣн-

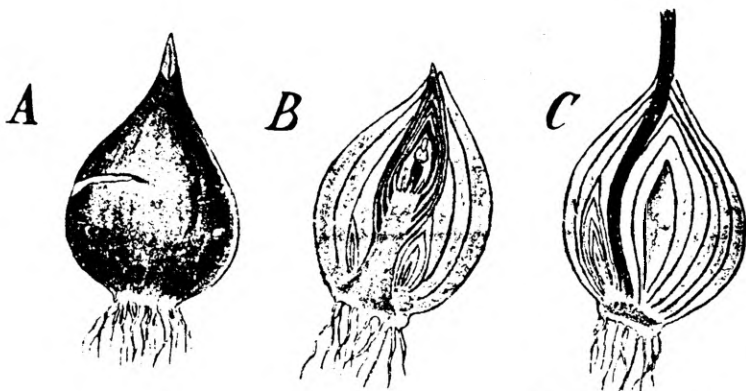


Рис. 52. Луковица тюльпана: А — цѣльная, В и С — въ продольномъ разрѣзѣ.

чикъ, или, какъ выражаются на ботаническомъ языкѣ, у тюльпана имѣется одинъ простой (а не двойной, какъ у ранѣе рассмотрѣнныхъ растений) **вѣнчиковидный покровъ**. Этотъ вѣнчиковидный покровъ состоитъ изъ шести свободныхъ лепестковъ, расположенныхъ въ два круга (см. рис. 53, 3), по три лепестка въ каждомъ кругѣ, и лепестки внутренняго круга чередуются съ лепестками наружнаго круга. Далѣе идутъ шесть свободныхъ тычинокъ (см. рис. 53, 2), расположенныхъ тоже двумя кругами и чередующихся другъ съ другомъ и съ лепестками вѣнчика, какъ видно на прилагаемой діаграммѣ тюльпана (см. рис. 53, 3). Завязь тюльпана верхняя, въ поперечномъ сѣченіи трехгнѣздная, многосѣменная. Столбикъ одинъ, заканчивающійся трехлопастнымъ рыльцемъ. Пестикъ образовался срастаніемъ трехъ плодолистиковъ. Плодь — трехгнѣздная многосѣменная коробочка. Формула цвѣтка тюльпана такова:

$$P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)},$$

гдѣ P обозначаетъ простой покровъ, не раздѣленный на чашечку и вѣнчикъ (**perianthium**). Такое же строеніе цвѣтковь мы найдемъ не только у тюльпана. У лиліи, агпантуса и многихъ другихъ такъ называемыхъ однодольныхъ растений цвѣты построены аналогично цвѣтамъ тюльпана, по трехчленной пятициклической формулѣ.

Мы рассмотрѣли цѣлый рядъ цвѣтвъ высшихъ цвѣтковыхъ растений. Въ мою задачу вовсе не входитъ сегодня познакомить васъ со всѣми типами строенія цвѣтвъ высшихъ растений. Это — задача систематики растений, къ изученію которой, какъ я уже сказалъ на первой лекціи, можно серьезно приступить лишь послѣ основательнаго знакомства со всѣми ботаническими дисциплинами. Сегодняшняя моя задача заключалась лишь въ томъ, чтобы познакомить васъ съ разнообразіемъ въ строеніи цвѣтвъ цвѣтковыхъ растений

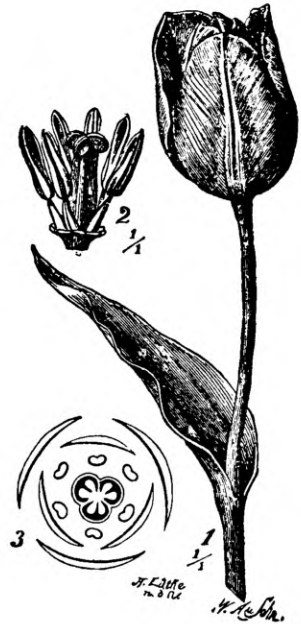


Рис. 53. Тюльпанъ: 1 — цвѣтокъ съ листомъ; 2 — тычинки и пестикъ; 3 — діаграмма цвѣтка.

и попытаться въ разнообразіи этомъ отыскать, однако, и однообразіе, отыскать тѣ морфологическіе законы природы, которые руководятъ построеніемъ цвѣтка высшихъ растений. И хотя я бралъ примѣры прямо наудачу, то, что случайно было у меня сегодня подъ руками, вы могли однако же убѣдиться, что, несмотря на большое разнообразіе въ строеніи цвѣтовъ высшихъ растений, есть однако же нѣчто общее, что объединяетъ собою все это разнообразіе. Это общее и представляетъ ту закономерность, которая управляетъ наружнымъ строеніемъ растенія вообще, цвѣтка его въ частности. Объ этихъ законахъ, которые мы уже теперь можемъ попытаться вывести изъ имѣющагося у насъ подъ руками фактическаго матеріала, мы побесѣдуемъ съ вами на слѣдующей лекціи.

Лекція четвертая.

Законы наружнаго строенія цвѣтка высшихъ растений.

Разсмотрѣніе цвѣтовъ высшихъ покрытосѣменныхъ растений, произведенное нами на прошлой лекціи, показываетъ, что, несмотря на кажущееся разнообразіе въ строеніи цвѣтовъ высшихъ растений, строеніе это подчинено извѣстнымъ законностямъ, и при всемъ внѣшнемъ разнообразіи различные цвѣты построены согласно двумъ основнымъ законамъ — закону кратныхъ отношеній и закону чередованія органовъ цвѣтка. Эти два закона особенно ясно вытекаютъ изъ сопоставленія формулъ и діаграммъ различныхъ цвѣтовъ, кажушіяся же уклоненія отъ этихъ двухъ основныхъ законовъ легко объясняются изученіемъ исторіи развитія цвѣтковъ. Сопоставимъ въ одну таблицу всѣ выведенныя нами на прошлой лекціи формулы цвѣтовъ:

Левкой	K_{2+2}	C_4	A_{2+4}	$G_{(2)}$
Кипрей	K_4	C_4	A_{4+4}	$G_{(4)}$
Гвоздика	K_5	C_5	A_{5+5}	$G_{(2)}$
Другія гвоздичныя	K_5	C_5	A_{5+5}	$G_{(3)}$
”	K_5	C_5	A_{5+5}	$G_{(5)}$
Душистый горошекъ	K_5	C_5	A_{5+5}	$G_{(1)}$
Примула	K_5	C_5	A_{0+5}	$G_{(5)}$
Флоксъ	K_5	C_5	A_5	$G_{(3)}$
Табакъ	K_5	C_5	A_5	$G_{(2)}$
Львиный зѣвъ	K_5	C_5	A_4	$G_{(2)}$
Шалфей	K_5	C_5	A_2	$G_{(2)}$

Дыня	K_5	C_5	A_5	$G_{(3)}$
Ивань-да-Марья	K_5	C_5	A_5	$G_{(3)}$
Лютикъ	K_5	C_5	A_∞	G_∞
Аконитъ	K_5	C_8	A_∞	G_8
Тюльпанъ	P_{3+3}	A_{3+3}	$G_{(3)}$	

Изъ разсмотрѣнiя таблицы этой ясно вытекаетъ законъ кратныхъ отношенiй, который состоитъ въ томъ, что цвѣты различныхъ растений построены по опредѣленному числу плану; есть цвѣты двучленные и четырехчленные, очень часто встрѣчаются цвѣты пятичленные и нерѣдки цвѣты трехчленные; если цвѣтокъ, напримѣръ, пятичленный, то число чашелистиковъ, лепестковъ и тычинокъ въ такомъ цвѣткѣ, а иногда и число плодolistиковъ, образующихъ гинецей, равно пяти или числу кратному пяти; если цвѣтокъ двучленный, то всѣ боковые органы цвѣтка находятся въ каждомъ кругѣ въ числѣ двухъ или кратномъ двумъ числѣ. Въ трехчленныхъ цвѣтахъ боковые органы каждаго круга находятся въ числѣ трехъ или кратномъ тремъ числѣ. Законъ кратныхъ отношенiй довольно наглядно подтверждается приведенной табличкой формулъ цвѣтовъ, которую можно было бы увеличить во много разъ прибавленiемъ новыхъ примѣровъ. Кажущiяся уклоненiя отъ закона кратныхъ отношенiй б. ч. довольно легко объясняются исторiей развитiя цвѣтка. Такъ, напримѣръ, цвѣтокъ львинаго зѣва построенъ по пятерному типу, а въ немъ всего 4 тычинки; также цвѣтокъ шалфея, построенный по пятерному типу, имѣетъ всего 2 тычинки. Но въ обоихъ случаяхъ исторiя развитiя цвѣтка показываетъ, что въ цвѣткѣ залагается 5 тычинокъ, какъ по закону кратныхъ отношенiй и должно быть, а затѣмъ одна или три тычинки при дальнѣйшемъ развитiи цвѣтка атрофируются (см. диаграммы на рис. 27 и 29, на стр. 34 и 35). И у левкоя, и у тюльпана 6 тычинокъ, но первый цвѣтокъ построенъ по двойному типу, второй же по тройному; и мы видимъ, что у левкоя шесть тычинокъ сидятъ двумя кругами, приче́мъ въ первомъ кругѣ 2 тычинки, а во второмъ 4; эти послѣднiя четыре тычинки явились результатомъ продольнаго расщепленiя первоначально заложенныхъ двухъ всего тычинокъ внутренняго круга (см. рис. 65, на стр. 58); тогда какъ у тюльпана шесть тычинокъ сидятъ двумя кругами, по три тычинки въ каждомъ кругѣ, со-

гласно закону кратныхъ отношеній и тройному плану строенія цвѣтка тюльпана. Менѣе всего, на первый взглядъ, поддается закону кратныхъ отношеній самый внутренній кругъ цвѣтка — гинецей, но это и понятно. Изъ вышеприведенныхъ примѣровъ у левкоя, кипрея, нѣкоторыхъ гвоздичныхъ, примулы, тюльпана, гинецей подчиненъ закону кратныхъ отношеній, но у другихъ растений, цвѣты которыхъ построены по пятерному типу, законъ кратныхъ отношеній бываетъ явственно нарушенъ, причемъ гинецей, вмѣсто пяти плодолистиковъ, состоитъ всего изъ трехъ и даже двухъ плодолистиковъ, иногда же онъ низведенъ всего къ одному плодолистiku (у душистаго горошка). Такое кажущееся нарушеніе закона кратныхъ отношеній въ области гинецея объясняется положеніемъ гинецея въ самомъ центрѣ цвѣтка и его важной физиологической задачей. Плодолистики гинецея послѣ цвѣтенія должны развиться въ плодъ, а сѣмяпочки ихъ въ сѣмена. Для этого плодолистикамъ, однако, не хватаетъ очень часто ни мѣста, ни питательныхъ веществъ, чтобы развиться всѣмъ равномѣрно сразу. Для ихъ усиленнаго роста и развитія имъ обыкновенно тѣсно въ центрѣ цвѣтка, а потому для цвѣтка гораздо выгоднѣе, если развиваться будутъ не всѣ, требуемые по плану цвѣтка, плодолистики, а лишь часть ихъ, напримѣръ, при пятерномъ планѣ цвѣтка три, два и даже одинъ всего плодолистикъ, въ результатъ чего и получается, въ особенности у высшихъ типовъ цвѣтковыхъ, завязь не пятичленная, а трех- или двучленная. Что такая завязь по происхожденію своему, однако, пятичленная, явствуетъ и изъ исторіи развитія нѣкоторыхъ цвѣтовъ, и изъ сравнительно-морфологическихъ изысканій; такъ, въ семействѣ гвоздичныхъ (*Caryophyllaceae*), у болѣе примитивныхъ родовъ гинецей пятичленный (см. рис. 39, *A*, на стр. 39), согласно закону кратныхъ отношеній, тогда какъ у типовъ прогрессивныхъ, лучше приспособившихся къ современнымъ жизненнымъ условіямъ, гинецей трех- или двучленный (см. рис. 39, *B* и *C*). Для многихъ гвоздичныхъ можно даже доказать, что гинецей ихъ залагается не изъ пяти, а изъ 5+5 плодолистиковъ, что только подтверждаетъ законъ кратныхъ отношеній. Но изъ этихъ 5+5 плодолистиковъ окончательнаго развитія достигаютъ либо 5, либо даже 3 или 2 плодолистика.

Есть, однако же, и въ нашей таблицѣ примѣры, когда законъ кратныхъ отношеній дѣйствительно нарушенъ. Это, на-
примѣръ, цвѣты лютика и въ особенности аконита. Но и ако-



Рис. 54. Грецкій орѣхъ — *Juglans regia*, какъ примѣръ протоантофитныхъ растений: 1 — цвѣтущая вѣтвь, а — мужская сережка, б — женскіе цвѣты; 2 — мужской цвѣтокъ съ простымъ чашечковиднымъ покровомъ (однопокровный цвѣтокъ), а — тычинка совнутри, б — тычинка сбоку; 3 — женскій цвѣтокъ; 4 — женскій цвѣтокъ въ продольномъ разрѣзѣ; 5 — плодъ въ продольномъ разрѣзѣ; 6 — сѣмя въ продольномъ разрѣзѣ.

нать, и лютикъ принадлежать къ семейству лютиковыхъ, *Ranunculaceae*, занимающему въ системѣ, согласно новѣйшимъ воззрѣніямъ, весьма низкое мѣсто, и ихъ цвѣты дѣйствительно построены не по законамъ кратныхъ отношеній и чередованія органовъ. Я вамъ указывалъ уже прошлый разъ, что члены андроцея и гинецея лютика и аконита сидятъ на цвѣтоложѣ не циклами, а по спирали, подобно тому, какъ обыкновенно сидятъ вегетативные

зеленые листья на стебляхъ. При спиральномъ же расположеніи органовъ цвѣтка б. ч. законъ кратныхъ отношеній не играетъ роли въ построении та-

кихъ примитивныхъ цвѣтовъ. Не одни лютиковыя не работали еще въ себѣ закона кратныхъ отношеній при построении цвѣтовъ. Есть цѣлый рядъ другихъ низко организованныхъ порядковъ цвѣтковыхъ растений, на примѣръ, ивовыя, сережкоцвѣтныя, орѣшниковыя (*Juglandales*), кро-

пивоцвѣтныя и друг., у которыхъ въ строеніи цвѣтка отсутствуетъ законъ кратныхъ отношеній. Сюда относятся порядки и семейства такихъ покрытосѣменныхъ растений, которые обыкновенно большинствомъ ботаниковъ относятся къ *Monochlamydeae* — однопокровнымъ, мною же¹⁾ объединяются въ первый классъ цвѣтковыхъ растений — *Protoanthophytæ*, простѣйшія цвѣтковые растения (см. рис. 54, 55, 56).

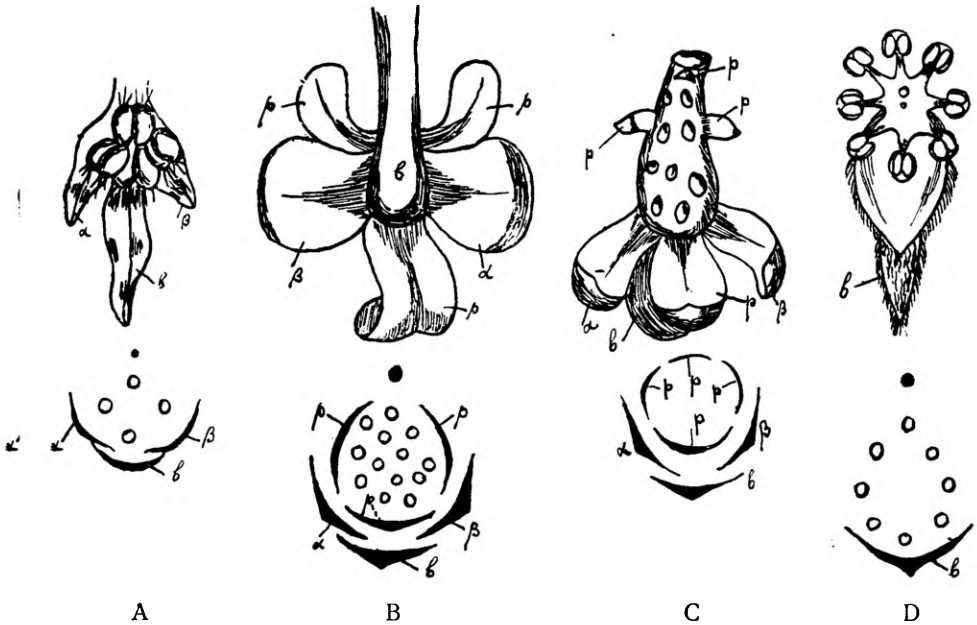


Рис. 55. Мужскіе цвѣты *Juglandaceae* и ихъ діаграммы, какъ примѣры протоантофитныхъ растений: А — *Carya alba*, В — *Juglans regia*, С — *Pterocarya fraxinifolia*, D — *Platycarya strobilacea*; b — кроющій листъ, α , β — прицвѣтники, p, p, p — листья околоцвѣтника. Тычинки въ неопредѣленномъ количествѣ и при томъ же въ количествѣ, не соответствующемъ числу листьевъ околоцвѣтника.

Другой основной законъ построения цвѣтовъ высшихъ покрытосѣменныхъ растений, также б. ч. отсутствующій у протоантофитныхъ растений, но свойственный растениямъ **эуантофитнымъ** — это законъ чередования органовъ. Онъ особенно ясно вытекаетъ изъ изученія діаграммъ цвѣтковъ высшихъ растений и состоитъ въ томъ, что обыкновенно

1) См. руководство мое: проф. Н. И. Кузнецовъ. Введеніе въ систематику цвѣтковыхъ растений. 1914. Юрьевъ Лифл.

при построении цвѣтка органы каждого слѣдующаго круга чередуются съ органами предыдущаго круга. Это такой же математическій законъ построения цвѣтка, какъ

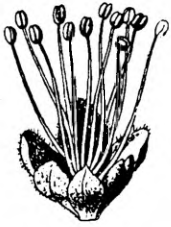


Рис. 56. Мужской цвѣтокъ каштана — *Castanea sativa*, какъ примѣръ растенія съ неопредѣленнымъ и несоответствующимъ числу листьевъ околоцвѣтника количествомъ тычинокъ.

и законъ кратныхъ отношеній, и есть результатъ наилучшаго расположенія различныхъ боковыхъ органовъ цвѣтка, дабы при развитіи всѣхъ этихъ органовъ на маломъ пространствѣ цвѣтоложа, они не мѣшали бы другъ другу въ своемъ развитіи и при выполнении возложенныхъ на нихъ функций. Кажущееся нарушеніе закона чередованія органовъ также въ большинствѣ случаевъ легко объяснимо изученіемъ исторіи развитія цвѣтка. Такъ, у *Primula* тычинки противостоятъ лепесткамъ вѣнчика, вмѣсто того, чтобы съ ними чередоваться, какъ то слѣдуетъ по закону чередованія органовъ, и какъ это мы видимъ, на-

прим., у флокса или табака. Но исторія развитія цвѣтка *Primul*ы показываетъ, что въ цвѣткѣ этомъ залагается не одинъ кругъ тычинокъ, а два, что въ первомъ кругѣ тычинокъ эти послѣднія чередуются съ лепестками вѣнчика, но что онѣ то далѣе и не развиваются. Вотъ почему истинная формула цвѣтка примулы будетъ не $K_5 C_5 A_5 G_{(5)}$, какъ мы съ вами ее составили на прошлой лекціи, а $K_5 C_5 A_{0+5} G_{(5)}$, какъ формула эта приведена выше въ табличкѣ.

Кажущееся нарушеніе закона чередованія органовъ имѣется въ цвѣткѣ гвоздики съ его обдиплостемоннымъ андроцеумъ.

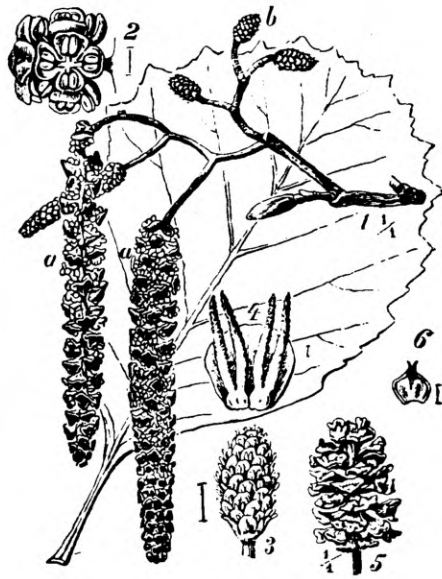


Рис. 57. *Alnus glutinosa* — ольха; 1 — вѣтвь съ мужскими (a) и женскими (b) сережками; 2 — соцвѣтіе изъ трехъ мужскихъ цвѣтовъ; 3 — женская сережка; 4 — соцвѣтіе изъ двухъ женскихъ цвѣтовъ; 5 — соплодіе, деревянистая шишка; 6 — плодъ, односѣмный орѣхъ съ крыльшками.

Но уже на прошлой лекціи я вамъ объяснилъ, что обдиплостемонія есть результатъ послѣдующихъ смѣшеній при развитіи цвѣтка, и въ сущности цвѣтокъ гвоздики залагается строго согласно не только закону кратныхъ отношеній, но и закону чередованія органовъ.

Дѣйствительно нарушенъ законъ чередованія органовъ у лютика, аконита и другихъ лютиковыхъ. Но здѣсь и о законѣ чередованія органовъ надо сказать то же, что сказано было о законѣ кратныхъ отношеній. У лютиковыхъ, равно какъ и у многихъ другихъ семействъ низшихъ цвѣт-



Рис. 58. Крoпива — *Urtica urens*: 1 — верхушка растенія съ цвѣтами, 2 — мужской цвѣтокъ до распусканія, 3 — мужской цвѣтокъ распустившійся, 4 — женскій цвѣтокъ.



Рис. 59. Цвѣтокъ *Beta vulgaris* — свекловицы въ цѣломъ видѣ (1) и въ продольномъ разрѣзѣ (2), какъ примѣръ цвѣтка, въ которомъ тычинки противопоставляются листикамъ околоцвѣтника.

ковыхъ растений, оба закона еще не выработаны или лишь слабо намѣчаются. И мы видимъ, наприм., въ цвѣтахъ ольхи (см. рис. 57, 2) или березы, крoпивы (см. рис. 58, 3), лебеды, свеклы (см. рис. 59) и многихъ другихъ простѣйшихъ цвѣтковыхъ растений, что, наоборотъ, тычинки у нихъ всегда, какъ правило, противопоставляются листикамъ околоцвѣтника, а не чередуются съ ними. У грецкаго же орѣха (см. рис. 54, 55) или у другихъ низшихъ растений тычинки сидятъ въ цвѣткѣ безъ всякаго видимаго порядка по отношенію къ листикамъ околоцвѣтника и часто въ числѣ, совершенно не соотвѣтствующемъ послѣднимъ. Но всѣ эти растенія относятся мною къ низшему классу цвѣтковыхъ растений, къ *Protoanthophytæ*, въ построеніи цвѣтовъ

которыхъ только что установленные законы кратныхъ отношеній и чередованія органовъ еще никакой роли б. ч. не играютъ.

Возвращаясь къ разсмотрѣнiю сводной таблички нашей, мы видимъ еще слѣдующее. Большая часть разсмотрѣнныхъ цвѣтковъ построена по пятерному типу, но встрѣчаются типы строения цвѣтковъ тройные, двойные и четверные. Во всѣхъ

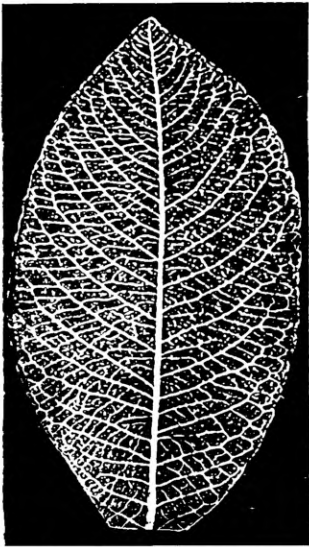


Рис. 60. Сѣтчатонервный листь двудольнаго.

учебникахъ ботаники вы найдете указаніе, что тройной типъ цвѣтка свойственъ классу **однодольныхъ растений**, въ классѣ же **двудольныхъ растений** цвѣты построены б. ч. по пятерному типу, рѣже по двойному или четверному. А такъ какъ классъ двудольныхъ растений преобладаетъ на землѣ, то понятно, что наиболѣе часто встрѣчающійся типъ цвѣтка будетъ пятерной. Двудольныя вмѣстѣ съ тѣмъ отличаются отъ однодольныхъ и нерватурою листа: у двудольныхъ мы видимъ листья сѣтчатонервные (см. рис. 60), у однодольныхъ — дугонервные (см. рис. 61)

или параллельнонервные.

Какъ ни общепризнано подраздѣленіе покрытосѣменныхъ растений на два класса — однодольныя и двудольныя, я лично однако никоимъ образомъ съ дѣленіемъ этимъ согласиться не могу. Здѣсь не время и не мѣсто подробно входить въ разсмотрѣніе этого важнаго вопроса общей ботаники. Интересующихся я отсылаю къ вышеупомянутому моему руководству, гдѣ вопросъ этотъ разсмотренъ б. и. м. подробно¹⁾. Здѣсь я только укажу вамъ слѣдующее. Я лично считаю дѣленіе покрытосѣменныхъ растений на однодольныя и двудольныя искусственнымъ и всѣ покрытосѣменные цвѣтковые растения подраздѣляю на два класса: на простѣйшія и

1) См. проф. Н. И. Кузнецовъ. Введеніе въ систематику цвѣтковыхъ растений.

настоящія цвѣтковые растенія, на протоантофиты и зуантофиты. Протоантофиты имѣютъ еще весьма примитивно устроенные цвѣты, въ которыхъ б. ч. совершенно не выражены или лишь частью выражены законы кратныхъ отношеній и чередованія органовъ; они имѣютъ цвѣты либо циклическіе, либо спиральные, причѣмъ число цикловъ въ цвѣткѣ еще не установилось, а число членовъ въ циклахъ колеблется. И типъ тройного цвѣтка далеко не свойственъ однимъ такъ называемымъ однодольнымъ. Онъ нерѣдко встрѣчается и у такъ называемыхъ двудольныхъ, относимыхъ мною къ простѣйшимъ цвѣтковымъ растеніямъ. Такъ, въ порядкѣ букоцвѣтныхъ, напримѣръ, встрѣчаются цвѣты, построенные и по четверному (см. рис. 57, 2), и по тройному типу (см. рис. 62). У лютиковыхъ цвѣты построены то спирально, то циклически, то полуспирально, полуциклически; эти цвѣты могутъ быть частью построены по пятерному, частью по тройному типу, нерѣдко, однако, они и въ числовомъ отношеніи построены весьма еще неопредѣленно.

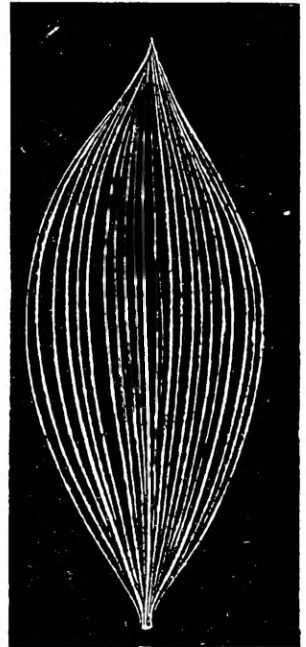


Рис. 61. Дугонервный листъ однодольнаго.

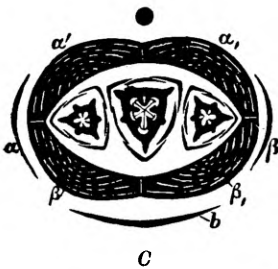


Рис. 62. Каштанъ настоящій — *Castanea sativa*. С — діаграмма женскаго соцвѣтія: *b* — кроющая чешуя; α , β — прицвѣтныя чешуи; внутри соцвѣтія три женскихъ цвѣтка съ двуциклическими трехчленными и покровами.

У высшихъ цвѣтковыхъ растеній, у зуантофитныхъ, цвѣты построены циклически по законамъ кратныхъ отношеній и чередованія органовъ. При этомъ болѣе низкоорганизованныя зуантофитныя растенія имѣютъ цвѣты пятициклическіе, съ теоретической формулой

$$1) K_n C_n A_{n+n} G_n,$$

а самыя высшія эуантофитныя растенія имѣють цвѣты четырехциклическіе, по теоретической формулѣ

$$2) K_n C_n A_n G_n.$$

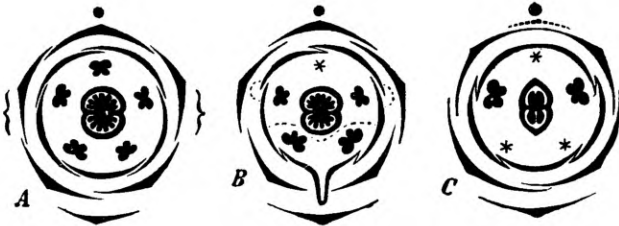


Рис. 63. Диаграммы цвѣтовъ *Scrophulariaceae*: А — *Verbascum*, В — *Linaria*, С — *Veronica*. Двѣ послѣднихъ діаграммы указываютъ на явленія атрофіи въ кругѣ андроцея.

Формулы цвѣтовъ кипрея, душистаго горошка, примулы, тюльпана представляютъ частныя явленія 1-й теоретической формулы — эуантофитныхъ пятициклическихъ цвѣтковыхъ растеній. Формулы же флокса, табака, львиного зѣва, шалфея, дыни — это частныя случаи 2-й теоретической формулы — эуантофитныхъ четырехциклическихъ цвѣтковыхъ растеній.

Формулы лютика, аконита, левкоя — типичныя формулы простѣйшихъ цвѣтковыхъ растеній — протоантофитныхъ.



Рис. 65. Зачатокъ цвѣтка левкоя, увел., показывающій явленіе расщепленія двухъ тычинокъ внутренняго круга.



Рис. 64. Диаграмма зигоморфнаго цвѣтка *Labiatae*: *Lamium album*, съ четырьмя тычинками; пятая задняя тычинка атрофировалась; *sv* — завитки въ пазухахъ прицвѣтныхъ листьевъ.

Въ общемъ, цвѣтокъ, какъ протоантофитнаго, такъ и эуантофитнаго растенія, построенъ такъ: онъ состоитъ изъ осевого органа — тора и боковыхъ органовъ — цвѣточнаго покрова, андроцея и гинецея, располагающихся на торѣ либо по спирали (простѣйшій типъ), либо опредѣленнымъ количествомъ цикловъ.

Все огромное разнообразіе въ построеніи цвѣтовъ безчисленныхъ цвѣтковыхъ растеній сводится къ слѣдующимъ основнымъ явленіямъ: 1) различному количеству цикловъ или спиралей боковыхъ органовъ, 2) различному ко-

личеству боковыхъ членовъ въ каждомъ циклѣ или спирали, 3) равномерному развитію всѣхъ членовъ даннаго цикла или спирали (цвѣты правильные, актиноморфные — низшій типъ), 4) неравномерному развитію членовъ одного цикла или спирали (цвѣты неправильные, зигоморфные — высшій типъ), 5) атрофіи отдѣльныхъ органовъ даннаго цикла или спирали (примѣры — львиный зѣвъ, шалфей и др. — см. рис. 63, 64), 6) атрофіи цѣлаго цикла или спирали (примѣръ — см. рис. 19 на стр. 29), 7) явленію смѣщенія ор-

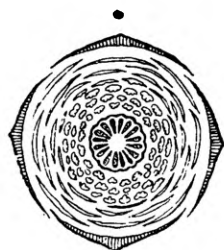


Рис. 66. Діаграмма простѣйшаго цвѣтка *Nymphaea*, въ которомъ чашелистики расположены двумя циклами, а лепестки вѣнчика и тычинки по спирали. Типъ цвѣтка простѣйшихъ (протоантофитныхъ) растений.



Рис. 67. Діаграмма простѣйшаго цвѣтка *Monochlamydeae*, въ которомъ тычинки противостоятъ листикамъ околоцвѣтника.

гановъ (нижняя завязь) или цѣлыхъ цикловъ (обдиплостемонія у гвоздичныхъ — см. рис. 38, 39, андроцей душистаго горошка), 8) явленію сращенія отдѣльныхъ органовъ или даже цикловъ органовъ другъ съ другомъ (сростнолепестность вѣнчика, прирастаніе круга андроцея къ трубкѣ вѣнчика и т. д.), 9) расщепленію органовъ (наприм., тычинокъ второго круга у левкоя — см. рис. 65).



Рис. 68. Діаграмма цвѣтка *Coriaria myrtifolia*, какъ примѣръ типичной діаграммы свободноплестныхъ двудольныхъ съ пятичленными пятичленными цвѣтами.



Рис. 69. Діаграмма типичнаго цвѣтка однодольныхъ — трехчленный пятичленскій цвѣтокъ *Liliflorae* (*Colchicum autumnale*).

Всѣми этими явленіями и безконечными комбинаціями явленій сращенія, смѣщенія, атрофіи, расщепленія можно объяснить все то безконечное разнообразіе, которое наблюдается въ строеніи цвѣтовъ высшихъ растений, и такимъ образомъ свести всѣ эти разнообразные типы къ немногимъ основнымъ планамъ строенія цвѣтовъ. Такихъ основныхъ

плановъ строенія цвѣтовъ я признаю, въ сущности, четыре: 1) неопредѣленный планъ строенія цвѣтка простѣй-

шихъ цвѣтковыхъ растений (см. рис. 66, 67); 2) планъ строенія цвѣтка пятичленного пятициклическаго (см. рис. 68), 3) планъ строенія цвѣтка трехчленного пятициклическаго (см. рис. 69) и 4) планъ строенія цвѣтка пятичленного четырехциклическаго (см.

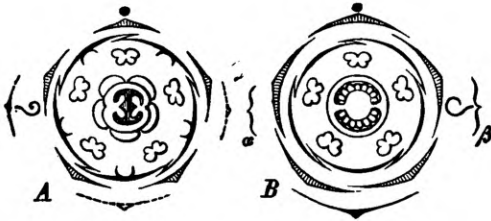


Рис. 70. Диаграммы цвѣтовъ: *A* — *Hydrophyllum virginicum*, *B* — *Hydrolea spinosa*, какъ примѣры цвѣтовъ пятичленныхъ четырехциклическихъ.

тырехциклическаго (см. рис. 70). Таковы основные законы построения цвѣтовъ цвѣтковыхъ растений.

Но что же такое самъ цвѣтокъ? Есть ли это особый морфологическій органъ цвѣтковыхъ растений или это есть

не что иное, какъ новая лишь комбинація тѣхъ основныхъ морфологическихъ органовъ, которые свойственны и растеніямъ нецвѣтковымъ, такъ называемымъ споровымъ? На этотъ вопросъ мы отвѣтимъ на слѣдующей лекціи.

Лекція пятая.

Ученіе о цвѣткѣ, какъ метаморфозированномъ листостебельномъ побѣгѣ.

Въ Южной Америкѣ, въ гигантской и красивой рѣкѣ Амазонкѣ растеть интересное водяное растеніе — викторія, *Victoria regia* (см. рис. 71). Это же растеніе нерѣдко культивируется въ особыхъ бассейнахъ въ теплицахъ нѣкоторыхъ ботаническихъ садовъ Европы. У насъ викторная теплица имѣется въ Имп. Ботаническомъ Саду Петра Великаго, и жители Петрограда каждое лѣто могутъ наблюдать это любопытное растеніе. Ежегодно высѣваются весною въ бассейнѣ викторной теплицы крупныя черныя сѣмена этого растенія, и къ началу лѣта на поверхности воды плавають огромныя округлыя зеленныя листья его. Листья викторіи, достигающіе въ діаметрѣ около сажени, похожи на огромныя сковородки, ибо края ихъ на всей окружности листа приподняты кверху. Листья эти могутъ выдержать на себѣ значительную тяжесть, напримѣръ, на нихъ можно посадить маленькаго ребенка, и листъ не потонетъ и не разорвется. Если вы вынете изъ воды такой зеленый листъ и перевернете изнанкой кверху, то вы увидите на нижней сторонѣ листа цѣлую сложную систему крѣпкихъ выступовъ. Ни одинъ архитекторъ не сумѣлъ бы достигнуть лучшей прочности и крѣпости такой постройки, при условіи затраты наименьшаго количества матеріала, какъ сумѣла въ этомъ случаѣ природа, этотъ геніальнѣйшій архитекторъ, достичь наибольшей прочности и крѣпости такого листа цѣлой сложной системой взаимно-перекрещивающихся балочекъ и подпорокъ, протянутыхъ по всей его нижней поверхности.



Рис. 71. *Victoria regia* въ Южной Америкѣ, въ рѣкѣ Амазонкѣ. Передній планъ рисунка въ $\frac{1}{70}$ натуральной величины.

Но еще интереснѣе и любопытнѣе строеніе цвѣтка этого оригинальнаго растенія. Ежегодно въ іюлѣ мѣсяцѣ въ петроградскихъ газетахъ дирекціей Императорскаго Ботаническаго Сада печатаются извѣщенія, что *Victoria regia* начала цвѣсти, и тогда огромная масса публики направляется на Аптекарскаго островъ полюбоваться красивыми цвѣтами этого водянаго растенія. Цвѣтокъ *Victoria regia* (см. рис. 72), до-



Рис. 72. Цвѣтокъ *Victoria regia* въ четверть естественной величины, изъ сем. нимфейныхъ, какъ представитель группы *Polycarpicae* или *Ranales*, принимаемой за примитивный типъ покрытосѣменныхъ растений; цвѣтокъ этотъ отличается неопредѣленнымъ количествомъ покроволистиковъ, тычинокъ и плодолистиковъ и спиральнымъ (ациклическимъ) расположеніемъ ихъ.

стигающій величины очень большаго кочана капусты, плаваетъ на поверхности воды среди его огромныхъ литьевъ. Первый день послѣ распусканія онъ бѣлоснѣжнаго цвѣта, на второй день лепестки его окрашиваются въ нѣжно-розовый цвѣтъ, а на третій день онъ дѣлается уже довольно ярко-розовымъ и затѣмъ завядаетъ и снова свертывается,

будучи окружень своими четырьмя зелеными крупными чашелистиками. Эти крупные чашелистики, равно и цвѣтоножка, а также листья викторіи съ нижней стороны усажены довольно крупными острыми иголками или колючками. Иголки эти служатъ органами защиты для растенія, предохраняя его отъ поѣданія различными водяными животными.

Крупный цвѣтокъ *Victoria* состоитъ изъ 4-хъ зеленыхъ чашелистиковъ, сросшихся между собою у основанія и основаніемъ этимъ обхватывающихъ округлую нижнюю завязь цвѣтка. Затѣмъ мы видимъ въ цвѣткѣ очень большое количество нѣжныхъ, сначала чисто-бѣлыхъ, потомъ розовѣющихъ лепестковъ. Лепестки викторіи расположены на цвѣтоложѣ по спирали; ихъ очень много, неопредѣленное количество, и форма лепестковъ этихъ удлинено-эллиптическая. Наружные лепестки самые крупные, но чѣмъ далѣе по спирали проникаемъ мы вглубь цвѣтка, тѣмъ лепестки его дѣлаются мельче и уже. За спиралями лепестковъ, все болѣе и болѣе уменьшающихся и суживающихся, слѣдуютъ многократныя спирали тычинокъ. Тычинокъ у викторіи тоже очень много, неопредѣленное количество, и чѣмъ ближе къ центру цвѣтка, тѣмъ тычинки эти мельче и болѣе похожи на типичныя тычинки другихъ растеній; тычинки же наружныхъ спиралей больше, шире и имѣютъ ясную лепестковидную натуру, представляя переходныя формы между лепестками викторіи и настоящими ея тычинками. Опреѣлитель у викторіи, гдѣ кончаются лепестки вѣнчика, и гдѣ начинается спираль андроцея, весьма затруднительно, такъ какъ переходъ отъ лепестковъ къ тычинкамъ весьма постепенный: самые внутренніе лепестки вѣнчика викторіи, сохраняя еще свою листовидную натуру и свою бѣлую или розоватую окраску, имѣютъ на концахъ своихъ небольшіе парные желтоватые мѣшечки. Чѣмъ ближе къ центру цвѣтка, тѣмъ желтоватые мѣшечки эти удлиняются все больше и больше; они вскрываются продольными трещинами и высыпаютъ такую же плодотворную пыльцу, какъ и настоящія тычинки; самъ же лепестокъ дѣлается все уже и уже, и, наконецъ, черезъ послѣдовательный рядъ такихъ образованій, мы по спирали добираемся до типичныхъ тычинокъ викторіи, состоящихъ изъ бѣлой или розовой б. и. м. листовидной нити и хорошо развитыхъ желтыхъ пыльниковъ,

вырабатывающихъ оплодотворяющую пыльцу. Что чашелистики и лепестки цвѣтовъ могутъ быть разсматриваемы, какъ метаморфозированные листья, это понять не трудно. Но тутъ, у викторіи мы видимъ самый постепенный переходъ отъ лепестковъ къ тычинкамъ, и этотъ примѣръ убѣждаетъ насъ, что тычинка цвѣтка не есть что-либо новое, не есть новый органъ, *sui generis*, а это тотъ же лепестокъ цвѣтка, но приспособившійся для цѣлей размноженія, несущій на верхнемъ концѣ своемъ особые желтые мѣшечки, производящіе внутри себя одноклѣтныя образования — цвѣточную пыль или цвѣтень. Самая пыль эта или цвѣтень, по строе-



Рис. 73. Продольный разрѣзъ черезъ цвѣтокъ *Nymphaea alba*.

нію и происхожденію своему, весьма схожа со спорами нѣкоторыхъ папоротникообразныхъ, мѣшечки же, производящіе эту пыльцу, схожи со спорангіями, образующими такія споры которыя можно назвать здѣсь, по аналогіи съ высшими папоротникообразными, — микроспорами. Итакъ, цвѣтокъ *Victoria regia* весьма убѣдительно показываетъ намъ, что, несмотря на кажущееся рѣзкое отличіе тычинки отъ лепестковъ и чашелистиковъ, тычинка, однако, съ ея нитью и пыльниками есть тотъ же лепестокъ или, иначе говоря, метаморфозированный листъ растенія, измѣнившій внѣшній видъ свой и пріобрѣтшій особое строеніе вслѣдствіе приспособленія къ цѣлямъ размноженія. Это будетъ, слѣдова-

тельно, плодущій листь, споролистикъ, производящій споры, микроспоры или цвѣтень, пыльцу высшихъ растений.

Такой же постепенный переходъ отъ лепестковъ къ тычинкамъ найдемъ мы въ цвѣтахъ нашей бѣлой водяной лиліи или кувшинки (*Nymphaea alba*) (см. рис. 73). Тамъ, пожалуй, еще яснѣе, чѣмъ у викторіи, мы видимъ постепенный переходъ отъ чашелистиковъ къ лепесткамъ и отъ этихъ послѣднихъ къ тычинкамъ (см. рис. 74). У водяной лиліи въ цвѣткѣ тоже четыре чашелистика; но здѣсь эти четыре чашелистика снаружи окрашены въ зеленый цвѣтъ, а внутри въ бѣлый цвѣтъ лепестковъ. Лепестковъ у нимфеи также много, какъ и у викторіи; они въ неопредѣленномъ количествѣ и расположены въ цвѣткѣ по спирали. Первые са-

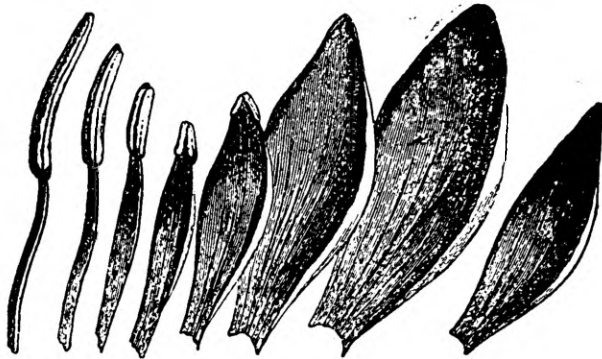


Рис. 74. Постепенный переходъ чашелистиковъ и лепестковъ въ тычинки въ цвѣткѣ бѣлой кувшинки (*Nymphaea alba*).

мые крупные лепестки со спинки еще б. и. м. зеленоватые, на подобіе чашелистиковъ, но совнутри и по краямъ они имѣютъ окраску и консистенцію типичныхъ лепестковъ, бѣлаго цвѣта и нѣжной консистенціи. Внутренніе лепестки нимфеи постепенно переходятъ въ тычинки, наружныя тычинки еще сохранили б. и. м. листовидную свою натуру, и только тычинки внутреннихъ спиралей совершенно постепенно приобрѣтаютъ характеръ типичной тычинки, состоящей изъ тонкой нити и расширеннаго желтаго пыльника.

Тычинки, б. и. м. сохранившія еще свою листовидную натуру, мы можемъ встрѣтить и у нѣкоторыхъ другихъ растений. Такъ, въ цвѣтахъ магноліи (см. рис. 75) или лирідендрона (см. рис. 76) хотя тычинки рѣзко обособлены отъ лепестковъ вѣнчика, но не утратили еще своего листовиднаго

характера: нити ихъ широкія, листовидныя, пыльники узкіе, длинныя, сидятъ по краямъ листовидно-расширенныхъ нитей. У большинства, однако же, цвѣтковыхъ растений тычинки приобрѣли типичное строеніе изъ тонкой нити и головчатого пыльника и, по первому взгляду, совершенно не похожи на листовидныя органы.

Викторія, нимфея, магнолія, лириодендронъ принадлежатъ къ примитивнымъ типамъ цвѣтковыхъ растений, и тычинки ихъ стоятъ на низкой ступени развитія; онѣ не уте-

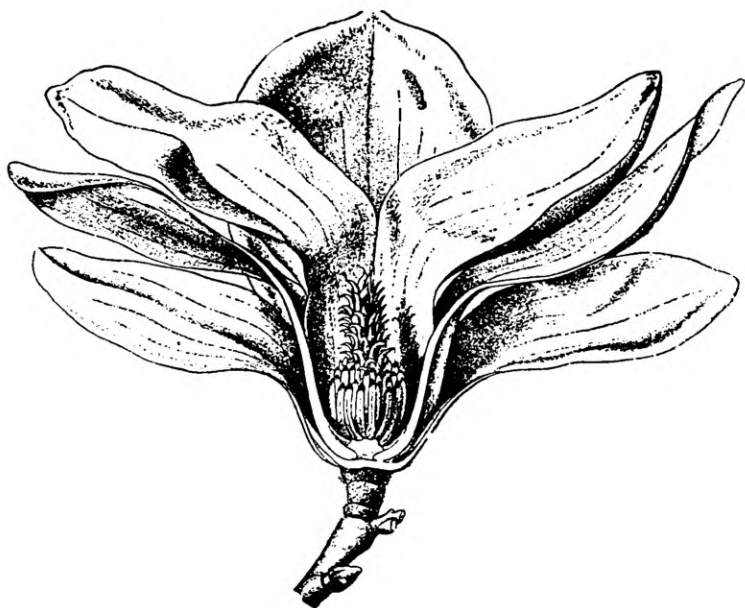


Рис. 75. Продольный разрѣзъ черезъ цвѣтокъ *Magnolia Precia*: цвѣтокъ ациклическій съ неопредѣленнымъ количествомъ покроволистиковъ, тычинокъ и плодolistиковъ. Тычинки сохранили б. и. м. листовидную свою натуру.

ряли еще окончательно своей первоначальной листообразной природы.

На второй лекціи мы познакомились съ строеніемъ цвѣтка левкоя. Но не у всѣхъ левкоевъ цвѣты построены такъ, какъ они были нами описаны. Въ садахъ очень часто культивируются такъ называемыя махровыя левкои. Цвѣтокъ махроваго левкоя имѣетъ обыкновенно 4 зеленыхъ чашелистика, но вѣнчикъ его состоитъ не изъ 4 лепестковъ, а изъ бѣльшаго количества и при томъ разной величины, одни крупнѣе, другіе помельче. У сильно махровыхъ левкоевъ

мы внутри цвѣтка не найдемъ совсѣмъ тычинокъ и даже иногда не найдемъ и пестика. Все занято лепестками разной величины и формы. На нѣкоторыхъ внутреннихъ мелкихъ лепесткахъ такихъ махровыхъ левкоевъ мы можемъ сбоку замѣтить одинъ или два пыльцевыхъ мѣшечка, но зачастую не дающихъ даже пыльцы. Здѣсь мы видимъ явленіе обратное тому, что видѣли у викторіи и водяной лиліи.



Рис. 76. *Liriodendron sinense*: 1 — общій видъ, 2, 3 — листовидныя тычинки спереди и сзади, 4 — гинецей, 5 — сборный плодъ, 6 — отдѣльный плодикъ, 7 — продольный разрѣзъ нижней части плодика.

Тамъ лепестки постепенно и правильно переходятъ въ тычинки. У махроваго левкоя, наоборотъ, тычинки обратно метаморфозировались въ лепестки и увеличили ихъ количество, иногда предварительно нѣсколько разъ расщепившись продольно. У сильно махровыхъ левкоевъ даже пестикъ, плодолистики могутъ метаморфозироваться въ лепестки.

Дикая роза имѣетъ такое строеніе цвѣтка: пять чашелистиковъ, пять чередующихся съ ними розовыхъ или бѣлыхъ лепестковъ и много тычинокъ и пестиковъ внутри цвѣтка. Не особенно пышна и изящна дикая роза. Но посмотрите, какого изящества, какой чарующей пышности достигаютъ разнообразнѣйшіе сорта культурныхъ махровыхъ розъ. Если вы, однако, рассмотрите культурную махровую розу, то вы увидите, что, достигнувши небывалой роскоши и пышности, розы эти утратили способность къ размноженію; ихъ органы размноженія, тычинки и пестики, метаморфозировались въ красивые, но бесплодные лепестки, которыхъ у махровой розы не пять, какъ у дикой розы — шиповника, а безчисленное множество. Нѣкоторые изъ этихъ лепестковъ махровыхъ розъ несутъ на себѣ слѣды, остатки пыльниковъ или даже сѣмяпочекъ, но для цѣлей размноженія эти редуцированные пыльники и сѣмяпочки уже не пригодны.

Итакъ, подъ вліяніемъ культуры въ цвѣтахъ различныхъ растений — левкоевъ, розъ, піоновъ, петуній и многихъ другихъ можетъ происходить обратный метаморфозъ — превращеніе тычинокъ и плодолистиковъ цвѣтка въ ярко-окрашенные лепестки.

Всѣ эти факты учатъ насъ, что цвѣтокъ не есть особый органъ растенія. **Цвѣтокъ** — это метаморфозированный листостебельный побѣгъ, приспособленный для цѣлей размноженія. **Торъ** или **цвѣтоложе** цвѣтка есть осевой органъ, продолженіе, вѣрнѣе окончаніе обыкновеннаго облиственного побѣга, имѣющаго, однако, особое назначеніе — приспособленіе къ размноженію. На такомъ сокращенномъ облиственномъ побѣгѣ и листья развиваются иначе, чѣмъ на обыкновенномъ облиственномъ побѣгѣ. Самые нижніе листья такого сокращеннаго побѣга, приспособленнаго къ размноженію, еще не утратили окраски и консистенціи обычныхъ зеленыхъ листьевъ; они только сдѣлались мельче и превратились, метаморфозировались въ такъ называемые **чашелистики**, образующіе **чашечку**. У нѣкоторыхъ растений, напримѣръ, у піона (см. рис. 77, фиг. 3 и 4), до сихъ поръ можно наблюдать постепенный переходъ отъ нормальныхъ зеленыхъ листьевъ къ чашелистикамъ. Слѣдующіе листовые органы, сидящіе на цвѣтоложѣ, не утративъ листовой своей натуры, пріобрѣли, однако же, иную окраску



Рис. 77. *Paeonia officinalis*: 1 — цвѣтокъ, 2 — листь, 3 — отцвѣтшій цвѣтокъ, 4 — плодъ, 5 — сѣмя.

и болѣе нѣжную консистенцію, образовавъ особые метаморфозированные листья плодущаго побѣга, называемые **лепестками**, а совокупность лепестковъ образуетъ то, что называется нами **вѣнчикомъ**. Дальнѣйшіе листовые органы плодущаго побѣга подверглись еще большому метаморфозу; изъ нихъ образовались **тычинки**, б. ч. утервшія совершенно



Рис. 78. Пролифицирующій цвѣтокъ гравилата (*Geum*), у котораго чашелистики метаморфозировались въ зеленые листья, а вмѣсто тычинокъ и пестиковъ развилась вѣтвь съ зеленымъ листомъ и добавочнымъ цвѣткомъ

листовую свою натуру, но по существу представляющія тѣ же листья, но листья плодущіе, производящіе **пыльцевые мѣшки** (или спорангіи) съ **пыльцею** (или микроспорами); самые послѣдніе листья плодущаго побѣга обратились въ такъ называемые **плодолистки**, женскіе листики, приносящіе по краямъ своимъ **сѣмяпочки** и обычно срастающіеся между

собою краями или боками и образующіе одно цѣльное образование — **пестикъ**, которымъ и заканчивается ростъ въ длину цвѣтоложа или осевого органа цвѣтка.



Рис. 79. Проросшая (пролифицирующая) махровая роза, у которой вмѣсто тычиночекъ и пестиковъ развились добавочные лепестки и вѣтвь съ листьями и вторичными цвѣтами, а чашелистики обратно метаморфозировались въ зеленые листья.

Но хотя нормально цвѣткомъ и въ особенности его гинеемъ и заканчивается ростъ въ длину такого метаморфозированнаго листостебельнаго побѣга, однако же, иногда въ культурѣ наблюдаются явленія такъ называемой **пролификаціи**, которыя еще больше подтверждаютъ правильность взгляда на цвѣтокъ, какъ облиственный побѣгъ. Явленія пролифика-

ці извѣстны у многихъ растений, на примѣръ, у гравилата (*Geum*) (см. рис. 78), маргаритки и мн. др. Особенно поучительныя явленія пролификаціи у махровыхъ розъ (см. рис. 79).



Carl v Linné

Рис. 80. Карлъ Линней (1707—1778).

У такихъ пролифицирующихъ розъ ихъ многочисленныя тычинки обратились обратно въ лепестки, а конецъ тора, долженствовавшій нести плодолистки, продолжаетъ расти дальше и обращается въ вѣтвь съ зелеными листьями и цвѣтами.

Ученіе о **метаморфозѣ** листьевъ растенія, и о томъ, что цвѣтокъ есть метаморфозированный листостебельный побѣгъ, основано уже давно. Обыкновенно творцомъ этого ученія считается знаменитый поэтъ и натурфилософъ — Гёте, но, въ сущности, еще Линней (см. рис. 80), задолго до Гёте, проводилъ ту же мысль о метаморфозахъ или превращеніяхъ въ растительномъ царствѣ. Гёте (см. рис. 81) построилъ теоретическую фигуру растенія вообще, назвавъ фигуру эту „Urpflanze“ или **прототипъ растенія** (см. рис. 82). По Гёте растеніе состоитъ изъ осевыхъ органовъ — корня и стебля и боковыхъ органовъ — листьевъ. Первые еще крайне неразвитые листья всякаго высшаго растенія, когда растеніе это вырастаетъ изъ сѣмени, являются въ видѣ такъ называемыхъ **сѣмядолей** (*cot*). Затѣмъ на стеблѣ постепенно развиваются



Рис. 81. Поэтъ и натурфилософъ Гёте (1749—1832).

все болѣе и болѣе усложняющіеся **срединные** нормальные зеленые листья (*f*), изъ которыхъ лишь первые, болѣе упрощенные можно назвать **низовыми листьями**. Передъ цвѣтеніемъ растеніе снова упрощаетъ свои зеленые листья, давая, наконецъ, крайне упрощенные листья — **прицвѣтники**. Затѣмъ получаютъ совсѣмъ упрощенные зеленые листья — чашелистики (*k*), за ними слѣдуютъ вновь расширяющіеся листочки — лепестки

вѣнчика (*e*), далѣе сокращенные плодущіе листья — тычинки (*a*) и снова расширяющіеся плодущіе листья — плодолистки (*g*), образующіе пестикъ цвѣтка. Такимъ образомъ, по Гёте, растеніе въ теченіе своего развитія проходитъ 6 волнообразныхъ стадій развитія, выражающихся въ трехъ „волнообразныхъ выступахъ“ (зеленые листья, лепестки, плодолистки) и трехъ „волнообразныхъ впадинахъ“ (сѣмядоли, чашелистики, тычинки).

Гёте создалъ и цѣлую теорію, объясняющую, по его мнѣнію, причину такого волнообразнаго развитія растенія. Я не буду знакомить васъ съ этой теоріей Гёте, ибо тео-

рїя эта сама по себѣ не имѣетъ въ настоящее время никакого научнаго значенія, будучи основанной больше на натурфилософскихъ умозаключенїяхъ, чѣмъ на дѣйствитель-

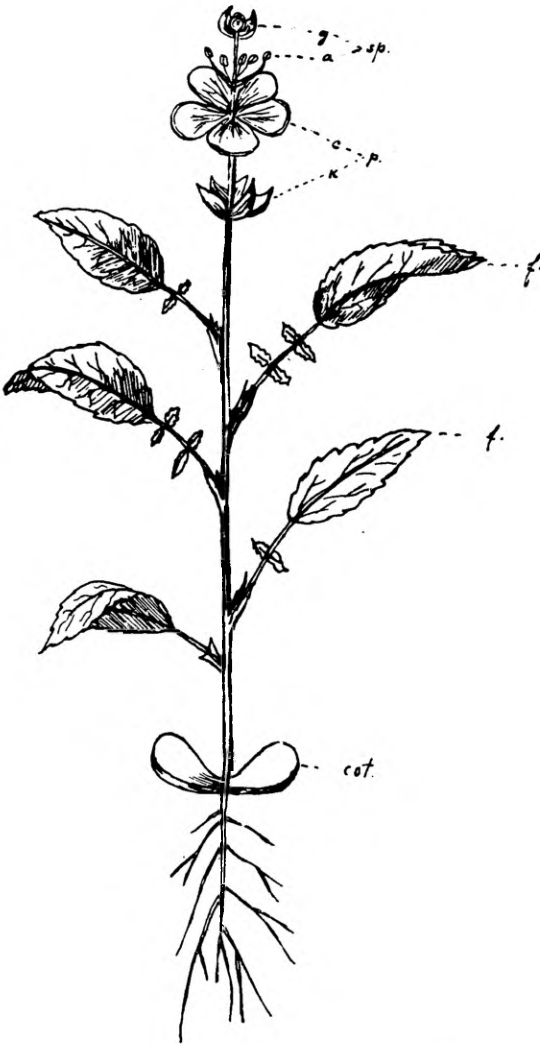


Рис. 82. Прототипъ (Urpflanze) цвѣтковаго растенія по Гёте. Цвѣтокъ состоитъ изъ покроволистиковъ (*p*) и плодущихъ листьевъ или споролистиковъ (*sp*): *k* — чашелистики, *c* — лепестки, *a* — тычинки, *g* — плодолостики; *f* — зеленые листья, *cot* — сѣмядоли.

ныхъ анатомическихъ и физиологическихъ фактахъ. Но само ученіе Гёте о метаморфозѣ въ растительномъ царствѣ имѣетъ глубокое значеніе и по сей часъ, и въ этомъ отно-

шеніи стремленіе знаменитаго поэта „свести всевозможныя явленія дивнаго сада природы къ одному простому принципу“, какъ выразался самъ Гёте, и построить прототипъ растенія въ видѣ его „Urpflanze“, не потеряло и до сихъ поръ своего смысла и значенія и сыграло большую роль въ сравнительной морфологій растений. Къ явленіямъ метаморфоза намъ придется еще не разъ возвращаться, и ученіе это, въ болѣе современной формѣ, имѣетъ огромное значеніе для вопроса о переходѣ отъ тайнобрачныхъ къ явноточнымъ и для установленія филогенетическихъ отношеній въ растительномъ царствѣ.

Часть вторая.

Явленія движенія и чувствованія
въ растительномъ царствѣ.

Лекція шестая.

Движеніе свободныхъ плавающихъ протопластовъ.

Въ общежитіи издавна составилось вполнѣ опредѣленное различіе между животными и растеніями, выражаемое даже самими этими названіями. Животныя — это такіе организмы, которые живутъ, т. е. чувствуютъ, двигаются, реагируютъ на окружающую среду. Растенія — это въ обыденномъ понятіи такіе организмы, которые лишь растутъ, но которые, какъ обыкновенно принято думать, не обладаютъ ни чувствительностью, ни способностью къ активнымъ движеніямъ. Но существуетъ ли дѣйствительно такая рѣзкая разница между животными и растеніями, и подлинно ли растенія не способны къ движеніямъ и къ воспріятію внѣшнихъ раздраженій?

Это было очень давно, въ первой половинѣ прошлаго столѣтія. Въ 1826 году вѣнскій ботаникъ Унгеръ занимался изслѣдованіемъ подъ микроскопомъ одной водоросли, растущей въ Оттакрингѣ, близъ Вѣны и называемой вошеріей (*Vaucheria clavata*) (см. рис. 83). Невооруженному глазу водоросль эта представляется въ видѣ темнозеленыхъ подушкообразныхъ дерновинъ, состоящихъ изъ неправильно-развѣтвленныхъ и всклокоченныхъ волоконъ, напоминающихъ обычную встрѣчающуюся въ канавахъ и прудахъ тину. Подъ микроскопомъ отдѣльныя волокна этой тины имѣютъ видъ длинныхъ трубочекъ, коротко-дихотомически развѣтвленныхъ на нижнемъ концѣ, которымъ трубочки эти прикрѣпляются къ субстрату, а на верхнемъ концѣ тоже дихотомически раз-

вѣтвленныхъ, но на болѣе длинныя и не столь частыя вѣтви. Никакихъ поперечныхъ перегородокъ въ этихъ трубочкахъ не видно, каждая же трубочка состоитъ изъ тонкой безцвѣтной плотной оболочки и слизистаго зернистаго содержимаго. Слизистое содержимое это, называемое **протоплазмой**, само по себѣ безцвѣтно, но въ немъ имѣются болѣе плотные шарики зеленого цвѣта, **хлорофильныя зерна**, и придаютъ всей водоросли ея зеленый цвѣтъ. Въ особенности густо сближены и сучены зеленые шарики эти близъ тупыхъ окончаній верхнихъ вѣточекъ водоросли, что придаетъ вѣточкамъ этимъ особенно темнозеленый цвѣтъ. Темнозеленныя вѣточки водоросли иногда нѣсколько разбухаютъ на концѣ и получаютъ видъ булавы или паллицы (см. рис. 83, *b*);

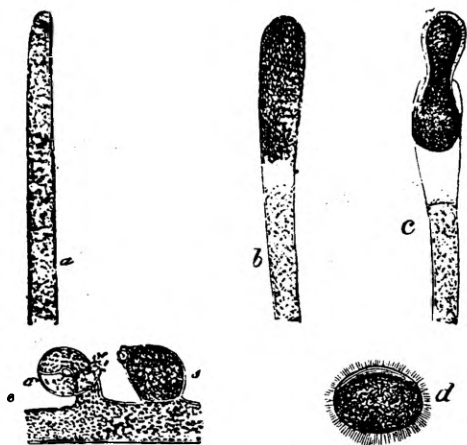


Рис. 83. Водоросль — вошерія (*Vaucheria clavata*): *a* — конецъ нити водоросли; *b* — образование зооспоры въ концѣ водорослевой нити; *c* — выходженіе зооспоры; *d* — зооспора; *e* — оплодотвореніе вошеріи: *a* — сперматогоній съ сперматозоидами, *s* — оогоній съ оосферой или яйцомъ.

при этомъ темнозеленое содержимое въ такомъ разбухшемъ концѣ трубочки нѣсколько отстаетъ отъ остальнаго слизистаго содержимаго, передній конецъ свѣтлѣетъ, тогда какъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ конца трубочки слизистое содержимое ея еще болѣе темнѣетъ.

Унгеръ, какъ прилежный ученый, сажился за микроскопъ свой съ ранняго утра, и вотъ однажды, разсматривая свою водоросль подъ микроскопомъ, онъ между 8 и 9 часами утра былъ пораженъ неожиданнымъ страннымъ явленіемъ. Конецъ трубочки лопнулъ съ поразительной быстротою, края ея оттопырились, и изъ получившагося отверстія часть слизистаго содержимаго вышла изъ трубочки наружу въ воду (*e*), вышла — и стала кружиться и плавать въ водѣ, какъ самостоятельный живой организмъ. Такъ какъ вышедшій изъ булавовиднаго конца темнозеленый слизистый ко-

мочекъ шире въ поперечникѣ, чѣмъ отверстіе, черезъ которое онъ вышелъ изъ трубочки, то при выталкиваніи онъ сначала сплюснулся, получилъ бисквитообразную перетяжку (e), какъ будто на мгновеніе застрялъ въ отверстіи. Но затѣмъ темнозеленый комочекъ этотъ производитъ моментальное вращательное и вмѣстѣ съ тѣмъ поступательное движеніе и, окончательно выталкиваясь изъ булавообразнаго конца трубочки, начинаетъ свободно плавать въ каплѣ воды, въ которой водоросль разсматривалась подъ микроскопомъ Унгеромъ. Весь процессъ выползанія комочка протоплазмы изъ трубочки самой водоросли продолжается какихъ-нибудь двѣ минуты, самый же комочекъ этотъ называется свободнымъ плавающимъ протопластомъ или зоогонидіей этой водоросли (см. рис. 83, d). Зоогонидіи *Vaucheria clavata* имѣютъ форму правильнаго эллипсоида, состоящаго изъ голой слизистой массы — протоплазмы, безъ оболочки. Но вся поверхность этого эллипсоида усажена рѣсничками, постоянно вращающимися у своего основанія, производящими въ водѣ маленькіе водовороты и приводящими въ движеніе весь этотъ эллипсоидъ. Выйдя изъ трубочки водоросли, зоогонидія подымается къ свѣту, на поверхность воды, затѣмъ снова опускается книзу, иногда круто поворачиваетъ на полъ-пути, плыветъ горизонтально, снова устремляется внизъ или плыветъ наверхъ, однимъ словомъ, производитъ активныя, какъ бы сознательныя движенія, избѣгая при этомъ столкновенія съ твердыми предметами, встрѣчающимися на ея пути, или съ плавающими въ водѣ другими тѣлами или зоогонидіями. Передній конецъ плавающей зоогонидіи всегда свѣтлѣе задняго, болѣе темнозеленаго. Движеніе зоогонидіи въ водѣ на видъ довольно быстрое, а именно, въ минуту она проплываетъ разстояніе немного менѣе 2 см. (1,76 см.); само же движеніе слагается собственно изъ двухъ движеній — поступательнаго впередъ и вращательнаго вокругъ продольной оси своего тѣла, такъ что линія, по которой происходитъ движеніе зоогонидіи, въ сущности всегда винтовая. Замѣчательно при этомъ, что вращеніе вокругъ продольной оси совершается съ востока на западъ, т. е. въ направленіи, противоположномъ тому, по которому вертится земля вокругъ своей оси. Время отъ времени зондогонидія останавливается, какъ бы отдыхаетъ, но затѣмъ снова пускается въ плаваніе,

поднимается, опускается, кружится, опять останавливается и снова продолжаетъ вертѣться и кружиться въ водѣ, точно ищетъ чего-то. Но мало-по-малу остановки и отдыхи дѣлаются чаще и продолжительнѣе, движенія медленнѣе, и часа черезъ два послѣ выхода своего изъ трубочки водоросли зоогонидія эта, отыскавъ укромное и затѣненное мѣсто, осядаетъ, втягиваетъ свои рѣснички, высачиваетъ на поверхности своего слизистаго голаго тѣла безцвѣтную стекловидную плотную оболочку и окончательно успокаивается, причемъ содержимое ея становится равномерно окрашеннымъ въ зеленый цвѣтъ. Примѣрно черезъ 26 часовъ послѣ успокоенія зеленый, окруженный оболочкой, слизистый комочекъ начинаетъ прорастать. На той сторонѣ его, гдѣ онъ осѣлъ на какой-либо твердый затѣненный предметъ, вырастаютъ короткіе безцвѣтные развѣтвленные отростки — присоски или ризоиды, которыми комочекъ нашъ прикрѣпляется прочнѣе къ субстрату; съ противоположной же стороны онъ мало-по-малу вырастаетъ въ длинную, цилиндрическую, зеленую, на концѣ дихотомически вѣтвящуюся трубочку, и такимъ образомъ изъ него получается та же самая нитчатая водоросль — *Vaucheria clavata*, съ рассмотрѣнія которой мы начали нашъ разговоръ. Водоросль эта растетъ недѣли двѣ и затѣмъ снова приступаетъ къ обра-



Рис. 84. Зрѣлый сперматозоидъ *Ginkgo biloba*, увеличенный въ 520 разъ.

зованію свободнодвижущихся въ водѣ зоогонидій или голыхъ активныхъ протопластовъ.

Когда Унгеръ открылъ это явленіе, онъ такъ былъ пораженъ, что рѣшилъ, что имѣетъ передъ собою совершенно новое явленіе — превращеніе настоящаго растенія — водоросли въ животное, въ инфузорію, такъ какъ всѣ движенія зоогонидіи вошеріи вполнѣ напоминаютъ такія же активныя движенія инфузорій, которыя въ то время были уже довольно хорошо извѣстны. Сочиненіе объ этомъ своемъ открытіи Унгеръ озаглавилъ: „Die Pflanze im Momente des Tierwerdens“ (Вѣна, 1843), т. е. — растеніе въ моментъ превращенія своего въ животное, и сочиненіе это въ свое время произвело большую сенсацию въ ученое мѣрѣ. Унгеръ наблюдалъ выходъ зоогонидій изъ булавовидныхъ концовъ трубочки водоросли и ихъ разнообразныя движенія, но онъ не

довелъ своихъ наблюденій до конца и не зналъ, что изъ зоогонидіи этой вырастаетъ впоследствии та же водоросль — вошерія, давшая ей начало, и что, слѣдовательно, свободно плавающія въ водѣ зоогонидіи представляютъ не что иное, какъ элементы размноженія этой водоросли. Лишь впоследствии установлено было значеніе этихъ голыхъ активныхъ протопластовъ, какъ продуктовъ размноженія водоросли, и тогда они и названы были зоогонидіями или зооспорами, т. е. животноподобными спорами.

Постепенно такія зоогонидіи или зооспоры открыты были у многихъ другихъ растений. Оказалось, что почти

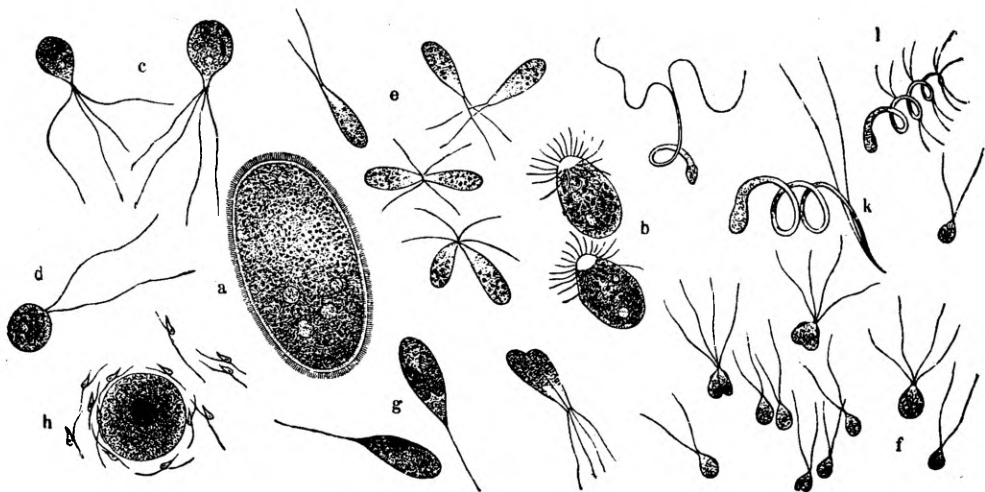


Рис. 85. Плавающие голые протопласты водорослей: а — *Vaucheria*, б — *Oedogonium*, в — *Draparnaldia*, д — *Coleochaete*, е и г — *Botrydium*, ф — *Ulothrix*, h — *Fucus*; мховъ: и — *Funaria*, к — *Sphagnum*; папоротника: л — *Adiantum*.

всѣ водоросли, нѣкоторые грибы, мхи, папоротники и папоротникообразныя, даже нѣкоторыя голосѣменные (цикадовые, гинкго — см. рис. 84), какъ показали недавнія изслѣдованія двухъ японскихъ ученыхъ Икено и Хиразе, при размноженіи своемъ образуютъ голые, свободно движущіеся въ водѣ протопласты. Нѣсколько тысячъ низшихъ споровыхъ растений иначе и не размножаются, какъ путемъ образованія голыхъ, активныхъ, движущихся въ водѣ протопластовъ. Протопласты эти бываютъ самой различной формы и величины и снабжены различнымъ количествомъ рѣсничекъ. Одна изъ самыхъ крупныхъ зоогонидій наблюдается у вышеописанной водоросли — *Vaucheria* (см. рис. 85,

фиг. а); эта зоогонидія имѣетъ форму правильного эллипсоида, на всей поверхности своего тѣла густо одѣтаго короткими мерцательными рѣсничками. У водоросли *Oedogonium* зоогонидіи тоже крупныя, но меньше величиною, чѣмъ у *Vaucheria*; онѣ грушевидной или яйцевидной формы и снабжены вѣнцомъ болѣе длинныхъ рѣсничекъ, сидящихъ вокругъ пе-



С. Г. Навашинъ

Рис. 86. Проф. С. Г. Навашинъ.

редняго безцвѣтнаго конца зоогонидіи (см. рис. 85, фиг. б); у водоросли *Draparnaldia* зоогонидіи грушевидной формы съ четырьмя очень длинными рѣсничками близъ заостреннаго конца (рис. 85, фиг. в); *Coleochaete* имѣетъ зоогонидіи шаровидныя съ двумя рѣсничками (фиг. д), а *Botrydium* производитъ двоякаго рода плавающія протопласты, съ одной или съ двумя длинными рѣсничками (фиг. е и г). У бурой водоросли *Fucus* (фиг. в) маленькіе, голые протопласты имѣютъ двѣ рѣснички съ боку ихъ грушевиднаго тѣла: одна рѣсничка направлена впередъ, другая назадъ. Мхи и папоротники при размноженіи образуютъ голые активно движущіеся

протопласты, имѣющіе назначеніе — оплодотворять неподвижную женскую плазму — яйцо этихъ растений. Эти протопласты называются живчиками или антерозоидами и имѣютъ б. ч. весьма оригинальную форму: они штопорообразно закручены, спереди нѣсколько утолщены или расширены, вѣродѣ головки, а на заднемъ концѣ снабжены либо парюю длинныхъ тонкихъ рѣсничекъ (см. фиг. і, к), либо имѣютъ нѣсколько паръ такихъ рѣсничекъ, расположенныхъ по спиральной части антерозоида и придающихъ всему живчику весьма мохнатый видъ (см. фиг. л, изображающую живчики папоротника *Adian-*

tum — венерины волоски). У голосѣменныхъ (цикадовыхъ и *Ginkgo*) антерозоиды залагаются въ пыльцевой трубчкѣ, вырастающей изъ пыльцы; ихъ образуется всего по два въ каждой пыльцевой трубчкѣ; они крупныхъ размѣровъ (см. рис. 84), шаровидной или эллипсоидальной формы и снабжены рядомъ короткихъ рѣсничекъ, расположенныхъ по спирали вдоль плазматического голаго тѣла антерозоида. У высшихъ цвѣтковыхъ растений въ пыльцевой трубчкѣ образуются тоже два голыхъ протопласта, оплодотворяющихъ женскіе элементы этихъ растений. До послѣдняго времени эти голые мужскіе протопласты высшихъ цвѣтковыхъ растений считались пассивными, не производящими активныхъ движеній. Однако новѣйшія изслѣдованія Навашина (см. рис. 86) и Гиньяра показали, что и эти голые протопласты, по крайней мѣрѣ у нѣкоторыхъ растений (см. рис. 87), способны къ активнымъ движеніямъ. По выходѣ изъ пыльцевой трубочки они производятъ хотя и слабыя, но ясно различимыя червеобразныя движенія (см. фиг. g_1 , g_2). Правда, рѣсничекъ у нихъ уже нѣтъ, и свободно плавать въ жидкости они не могутъ, но все же у нихъ сохранилась способность къ медленнымъ активнымъ передвиженіямъ.

Всѣ эти, только что описанныя зоогонидии и гаметы водорослей, антерозоиды мховъ, папоротникообразныхъ и низшихъ голосѣменныхъ представляютъ такъ называемые голые свободно плавающіе протопласты. Наблюдая подъ микроскопомъ, мы можемъ видѣть, какъ быстро плаваютъ они въ водѣ и при томъ производятъ движенія активныя, а не пассивныя. Это не взмученныя въ водѣ частицы какой нибудь неорганической пыли или песка, которыя пассивно переносятся теченіемъ воды. Нѣтъ

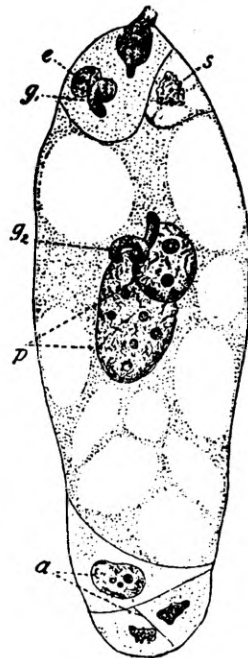


Рис. 87. Зародышевый мѣшокъ лиліи — *Lilium Martagon* въ моментъ оплодотворенія (двойное оплодотвореніе): одно генеративное ядро (g_1) сливается съ ядромъ яйцекѣтки (e), а другое генеративное ядро (g_2) — съ обоими полярными ядрами (p); s — синергида, a — антиподы. Генеративныя ядра производятъ при этомъ червеобразныя движенія (см. g_1 , g_2).

всѣ эти зоогонидіи, гаметы, живчики плаваютъ въ водѣ совершенно активно, какъ какія-нибудь животныя, напримѣръ, инфузоріи. Движеніе ихъ, повидимому, даже цѣлесообразное, и голые протопласты реагируютъ на окружающія внѣшнія силы, проявляютъ чувствительность. Напримѣръ, зеленыя зоогонидіи водорослей первое время, по выходѣ своего изъ материнскаго тѣла, стремятся къ свѣту, и если мы затѣнимъ сосудъ, гдѣ онѣ плаваютъ, со стороны падающаго свѣта и искусственно освѣтимъ его съ другой стороны, то замѣтимъ, какъ все это полчище зоогонидій сейчасъ повернется въ противоположную сторону и начнетъ плыть по направленію къ новому источнику свѣта. Такое явленіе называется **положительнымъ фототропизмомъ**. Но не всегда зоогонидіи водорослей положительно фототропичны. Передъ осѣданіемъ своимъ и прорастаніемъ въ новую водоросль зоогонидіи дѣлаются **отрицательно фототропичны**; онѣ ищутъ теперь затѣненныхъ мѣстъ, убѣгаютъ отъ яркаго свѣта, ищутъ укромныхъ мѣстечекъ и тамъ оседаютъ, втягиваютъ свои рѣснички, высачиваютъ оболочку и по прошествіи нѣкотораго времени начинаютъ проращать въ новую водоросль.

Цѣлый рядъ другихъ внѣшнихъ физическихъ причинъ дѣйствуетъ положительно или отрицательно на движеніе свободно плавающихъ протопластовъ, направляя такъ или иначе эти движенія, регулируя ихъ, причемъ одинъ и тотъ же протопластъ, въ зависимости отъ возраста и внутренняго его, такъ сказать, самочувствія, реагируетъ на эти внѣшнія причины то положительно, то отрицательно. Свѣтъ (**фототропизмъ**), направленіе струи воды (**реотропизмъ**), гальванической токъ (**гальванотропизмъ**), химическіе растворы въ водѣ (**хемотропизмъ**) и проч. различнымъ образомъ ощущаются плавающими протопластами, и они реагируютъ на нихъ различно. Такъ, напримѣръ, живчики мховъ положительно хемотропичны къ раствору сахара, а живчики папоротниковъ — къ раствору яблочной кислоты, т. е., первые плывутъ по направленію къ раствору сахара, какъ бы привлекаются имъ, заманиваются имъ, вторые — по направленію къ яблочной кислотѣ. Можно поставить очень интересный и поучительный опытъ, доказывающій тонкую чувствительность плавающихъ протопластовъ къ химическимъ реагентамъ. Такъ, если въ стаканъ съ водою напустить живчиковъ мховъ и папоротни-

ковъ, то въ любой каплѣ воды изъ этого стакана, взятой подъ микроскопъ, мы увидимъ плавающими въ разныя стороны тѣ и другіе живчики. Но если въ стаканъ этотъ опустить двѣ очень узенькія стеклянныя трубочки, наполнивъ одну изъ нихъ слабымъ растворомъ сахара, а другую слабымъ растворомъ яблочной кислоты, то окажется, что всѣ живчики мховъ устремятся въ первую трубочку, а всѣ живчики папоротниковъ во вторую; и мы можемъ такимъ образомъ ихъ разъединить и выловить изъ стакана. И никогда ни одинъ изъ живчиковъ мха или папоротника не ошибется въ своемъ движеніи, не попадетъ первый во вторую трубочку, а второй — въ первую

Движеніе плавающихъ протопластовъ слагается изъ двухъ движеній, есть равнодѣйствующая двухъ силъ: движенія рѣсничекъ вокругъ ихъ основаній и движенія самого протопласта вокругъ своей продольной оси. Второе движеніе главнымъ образомъ поступательное, движеніе же рѣсничекъ есть движеніе главнымъ образомъ направляющее, рулевое. Движенія эти подъ микроскопомъ кажутся намъ весьма быстрыми: зоогонидіи бѣгаютъ и быстро мелькаютъ передъ глазами нашими, когда мы рассматриваемъ подъ микроскопомъ каплю воды съ такими голыми свободно плавающими протопластами. Но не надо забывать, что понятіе о скорости движенія слагается изъ времени и пройденнаго пространства, когда же мы смотримъ въ микроскопъ, то разстояніе, пробѣгаемое протопластомъ, у насъ, въ сущности, увеличено во столько разъ, во сколько увеличиваетъ нашъ микроскопъ, напримѣръ, въ 300, въ 500 разъ, а время все то же. Поэтому, на самомъ дѣлѣ движеніе быстро плавающихъ въ водѣ подъ микроскопомъ зоогонидій происходитъ въ 300, въ 500 разъ медленнѣе, чѣмъ оно намъ кажется. И дѣйствительно, одна изъ самыхъ быстрыхъ зоогонидій, зоогонидія вошеріи пробѣгаетъ въ минуту всего 17 миллиметровъ. Это вѣдь очень небольшая скорость движенія. Другіе зоогонидіи и живчики двигаются значительно медленнѣе, пробѣгая въ минуту всего 5 мм., 1 мм. и даже меньше. И если подъ микроскопомъ движеніе это кажется намъ быстрымъ плаваніемъ въ водѣ, то на самомъ дѣлѣ его скорѣе можно сравнить съ медленнымъ вбуравливаніемъ мягкаго слизистаго тѣла протопласта въ еще болѣе мяг-

кую, еще болѣе жидкую среду, съ вбуравливаніемъ въ воду. Всѣ эти эллипсоидальныя, грушевидныя, штопоровидныя слизистыя тѣла на самомъ дѣлѣ весьма медленно вбуравливаются въ воду, и проходима я ими при этомъ линія вбуравливанія, въ общемъ винтовая, тѣмъ сложнѣе математически, чѣмъ сложнѣе форма тѣла самого протопласта, и чѣмъ сложнѣе система мерцающихъ рѣсничекъ.

Обычно плавающіе протопласты, даже одной и той же водоросли, двигаясь въ водѣ, избѣгаютъ другъ друга, не сталкиваются въ каплѣ воды и, если плывутъ навстрѣчу другъ другу, то уже издали сворачиваютъ въ сторону, давая

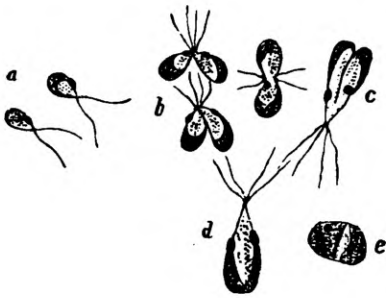


Рис. 88. Копуляція (актъ оплодотворенія) двухъ свободно плавающихъ равнозначущихъ голыхъ протопластовъ (гаметъ водоросли): *a* — *d* — послѣдовательныя стадіи этого процесса: *e* — клѣтка, образовавшаяся путемъ копуляціи двухъ равнозначущихъ гаметъ (изоспора или зигоспора).

дорогу и какъ бы избѣгая другъ друга. Но у нѣкоторыхъ водорослей, кромѣ такихъ бесполохъ зоогонидій, образуются такъ называемыя половыя гонидіи или половыя гаметы. Эти гаметы, наоборотъ, ищутъ другъ друга, сталкиваются попарно и сливаются между собою, образуя двойную гамету, съ двойнымъ количествомъ рѣсничекъ (см. рис. 88). Такія слившіяся попарно гаметы нѣкоторое время продолжаютъ плавать при помощи двойного количества рѣсничекъ, затѣмъ отыскиваютъ

укромное мѣстечко, оседаютъ, втягиваютъ рѣснички и высачиваютъ оболочку, а черезъ нѣсколько времени, иногда послѣ долгаго времени покоя, вырастаютъ въ новую производшую ихъ водоросль (см. копулирующія гаметы на рис. 85 у *Botrydium* — фиг. *e* и у *Ulothrix* — фиг. *f*). „Поистинѣ поразительное впечатлѣніе“, говоритъ Кернеръ фонъ Мариланъ въ своей интересной книгѣ „Жизнь растений“¹⁾, „получается, глядя на то, какъ маленькіе, грушевидные, кружащіяся въ водѣ протопласты ботридія и многіе другіе

1) Проф. А. Кернеръ фонъ Мариланъ. Жизнь растений, переводъ А. Генкеля и В. Траншеля подъ редакціей И. П. Бородина. Горячо рекомендую эту книгу для прочтенія.

приплываютъ другъ къ другу, сталкиваются рѣсничатыми острыми концами, опрокидываются и ложатся рядомъ (фиг. *e*); или, какъ у *Ulothrix*, двое или трое принимаютъ одно направленіе, догоняютъ другъ друга, прикасаются передними частями своихъ тѣлецъ, нѣсколько минутъ плаваютъ попарно и, наконецъ, сливаются въ одинъ овальный шаровидный протопласть (фиг. *f*)⁴. Этими картинками можно залюбоваться подъ микроскопомъ: такъ все здѣсь жизненно, такъ активно сознательно, какъ будто мы имѣемъ дѣло съ высшими живыми существами, чувствующими, думающими, любящими и ненавидящими

Любопытно явленіе процесса оплодотворенія у бурой водоросли *Fucus*. Во время размноженія водоросль эта выбрасываетъ изъ тѣла своего въ морскую воду крупные голые шаровидные женскіе протопласты — яйца, которыя лишены способности активнаго движенія и пассивно переносятся въ морѣ морскими теченіями и волнами. Но вмѣстѣ съ тѣмъ *Fucus* выбрасываетъ изъ тѣла своего цѣлую тучу очень маленькихъ активныхъ протопластовъ — живчики. Живчики эти веретенообразной формы и имѣютъ каждый двѣ боковыхъ рѣснички. Цѣлымъ роемъ устремляются живчики за поисками крупныхъ женскихъ яицъ, пассивно плавающихъ въ морской водѣ. Вотъ они нашли такое яйцо; они окружаютъ его со всѣхъ сторонъ (см. рис. 85, фиг. *h*), они кружатся вокругъ него, приводятъ женское яйцо въ вращательное движеніе. И въ бѣшеномъ вальсѣ вращается теперь яйцо это въ водѣ, окруженное десятками и сотнями живчиковъ, флиртующихъ съ этимъ яйцомъ. Но вдругъ движеніе останавливается. Живчики разбѣгаются въ разныя стороны, а яйцо медленно и пассивно опускается на дно. Игра кончена; одинъ изъ живчиковъ, и только одинъ, проникъ въ грузную протоплазму женскаго яйца, которое сейчасъ же высачиваетъ на поверхности своей оболочку, облегается покровомъ, и всѣ остальные живчики бѣгутъ теперь прочь отъ оплодотвореннаго яйца за поискомъ новаго предмета любви и страсти

Зоогонидіи водорослей не только производятъ эти внѣшнія описываемыя здѣсь движенія. Въ нихъ самихъ протоплазма находится въ постоянномъ молекулярномъ движеніи. Это особенно хорошо можно видѣть, напримѣръ, на гаме-

тахъ *Ulothrix*'а. Грушевидное тѣло гаметъ этихъ (см. рис. 89) снабжено на переднемъ свѣтломъ концѣ четырьмя жгутиками, а передъ жгутиками въ протоплазмѣ имѣется такъ называемая **бьющаяся вакуоль**, округлое пространство, наполненное водянистымъ сокомъ, такъ называемымъ **клѣточнымъ сокомъ**. Вакуоль эта называется бьющейся потому, что она правильно, ритмически то сокращается, то снова расширяется; точно сердце бьется, сокращаясь и расширяясь, высасывая изъ протоплазмы клѣточный сокъ и снова, сокращаясь, выталкивая сокъ этотъ въ протоплазму. Періодъ пульсаціи такой вакуоли продолжается 12—15 секундъ и происходитъ замѣчательно правильно. Протопластъ *Ulothrix*'а имѣетъ одну такую пуль-

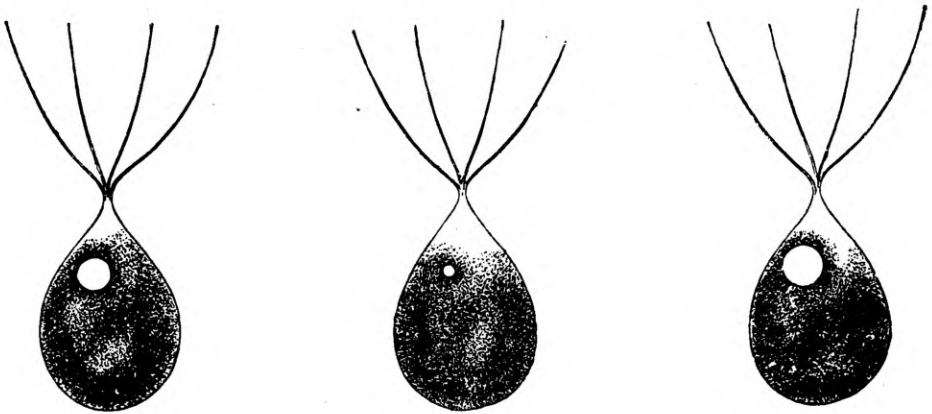


Рис. 89. Пульсующая вакуоль въ протоплазмѣ гаметы водоросли *Ulothrix*.

сирующую или бьющуюся вакуоль. У другихъ водорослей зоогонидіи и гаметы обнаруживаютъ иногда двѣ, три, нѣсколько бьющихся вакуолей.

Активныя движенія свойственны продуктамъ размноженія низшихъ, отчасти даже и высшихъ растений. Но есть низшія растения, которыя почти всю жизнь проводятъ въ такомъ свободномъ, активномъ движеніи и плаваютъ въ водѣ, на подобіе описанныхъ голыхъ протопластовъ. Ихъ движенія, конечно, еще сложнѣе, сообразно съ большей сложностью самихъ организмовъ.

Маленькая одноклѣтная водоросль *Chlamydomonas* представляетъ овальное или грушевидное плазматическое тѣло, одѣтое тонкой стекловидной оболочкой. Черезъ передній

конецъ этой оболочки вытягиваются два плазматическихъ мерцающихъ жгутика, и при помощи такихъ жгутиковъ зеленая водоросль эту всю жизнь свою плаваетъ въ водѣ, не имѣя ни отдыха, ни покоя. Она питается всей поверхностью своего тѣла, она растетъ, увеличивается въ объемѣ и, лишь достигнувши предѣльной величины своей, втягиваетъ рѣснички и опускается на дно водоема. Но теперь внутри ея оболочки начинается движеніе живого ея содержимаго, протоплазмы. Протоплазма отстаетъ отъ своей оболочки, сѣживается, затѣмъ, перетягиваясь, дѣлится пополамъ, еще разъ сѣживается, еще разъ перетягивается и дѣлится пополамъ, и вотъ внутри оболочки лежатъ теперь четыре голыхъ протопласта. Они начинаютъ беспокоиться внутри оболочки, имъ тамъ нехорошо, какъ бы тѣсно. Они толкаются носиками въ стѣнку материнской оболочки, прорываютъ ее, наконецъ, гдѣ либо и одинъ за другимъ выходятъ наружу въ воду въ видѣ голыхъ протопластовъ, грушевидной формы, снабженныхъ каждый двумя рѣсничками; это извѣстныя уже намъ зоогонидіи. Эти зоогонидіи очень похожи на свою мамашу, но онѣ меньше и голенькія, безъ оболочки. Быстро начинаютъ онѣ плавать въ водѣ, вскорѣ во время самого плаванія высачиваютъ на поверхности своего тѣла тоненькую оболочку и превращаются въ ту же хламидомонаду, которую мы видѣли вначалѣ. При наступленіи неблагоприятныхъ условій существованія плазматическое содержимое *Chlamydomonas*'а дѣлится не на четыре, а на большее количество голыхъ, но болѣе мелкихъ протопластовъ. Эти мелкіе протопласты, половыя гаметы, выходятъ изъ материнской оболочки, плаваютъ въ водѣ, попарно сливаются другъ съ другомъ, копулируются, и, одѣвшись двойной толстой оболочкой, переходятъ въ б. и. м. продолжительное покоящееся состояніе. Въ такомъ видѣ, въ видѣ такъ называемой **изоспоры**, можетъ организмъ этотъ перезимовать или провести сухое время года, и, когда наступятъ снова благоприятныя условія для его существованія, изъ изоспоры вылупляются голыя зоогонидіи, вскорѣ одѣвающіяся оболочкой и превращающіяся все въ ту же хламидомонаду.

Chlamydomonas — низшая одноклѣтная микроскопическая водоросль. Есть однако многоклѣтныя водоросли, представляющія шарики, видимые простымъ глазомъ, величиною

съ маленькую булавочную головку, и состоящая изъ нѣсколькихъ клѣтокъ, а иногда изъ многихъ сотенъ и даже тысячъ клѣтокъ. Каждая клѣтка снабжена рѣсничками, и такой зе-

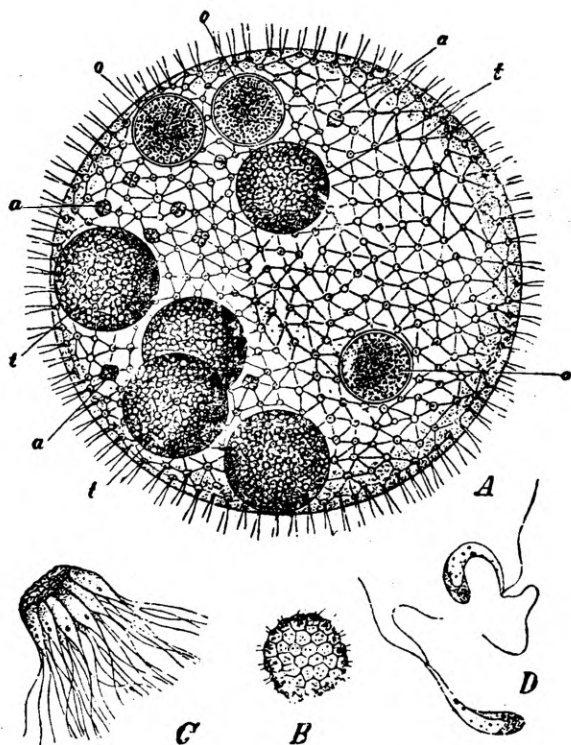


Рис. 90. Колоніальная водоросль вольвоксъ (*Volvox aureus*): А — взрослая колонія съ пятью дочерними маленькими колоніями (t), тремя оплодотворенными яйцеклѣтками (o) и нѣсколькими спермогоніями (a), въ которыхъ образуются пучки сперматозоидовъ. В — пучекъ сперматозоидовъ сверху при большемъ увеличеніи, С — онъ же сбоку, D — отдѣльные сперматозоиды.

у нъ, повергавшее наблюдателей всѣхъ временъ въ справедливое изумленіе! Кажется, никогда не случилось, чтобъ кто-нибудь, наблюдавшій въ первый разъ, какъ медленно катится въ водѣ шаръ вольвокса, не пришелъ въ полное восхищеніе! Однажды на студенческой экскурсіи близъ Юрьева, въ водоемѣ, среди такъ называемыхъ Синихъ горъ, намъ удалось найти этотъ *Volvox*, и мы долго любовались его плавными движеніями и разсматривали подъ микроскопомъ любопытное строеніе и его сложныя движенія.

ленный шарикъ забавно плаваетъ въ водѣ и ведетъ свой активный и довольно сложный образъ жизни. Таковы, напримеръ, водоросли *Pandorina*, *Eudorina*, *Volvox* (см. рис. 90). Я не стану подробно описывать вамъ строеніе и жизнь этихъ оригинальныхъ водорослей, свободно плавающихъ въ водѣ. Одно время ихъ даже считали за животныхъ, такъ животноподобна ихъ жизнь! Но это настоящія растенія. „Это чудное зрѣлище, говоритъ Кернеръ фонъ Марилла

Лекція седьмая.

Движеніе свободныхъ ползающихъ протопластовъ.

На земномъ шарѣ существуютъ оригинальные микроскопическіе организмы, стоящіе на рубежѣ между растительнымъ и животнымъ царствомъ, называемые протамебами и амебами. Зоологи оспариваютъ организмы эти у ботаниковъ, считая ихъ простѣйшими животными, ботаники не прочь видѣть въ организмахъ этихъ уцѣлѣвшихъ на земномъ шарѣ первичныхъ предковъ всего растительнаго царства. Одно время ученые очень увлекались этими организмами, надѣясь изученіемъ ихъ проникнуть въ тайну одного изъ загадочнѣйшихъ міровыхъ процессовъ, въ тайну начала жизни.

Протамеба или монера, какъ ее описывали сначала, представляетъ дѣйствительно наиболѣе простой мыслимый организмъ (см. рис. 91): онъ представляетъ ни болѣе, ни менѣе, какъ микроскопическій однородный безформенный комочекъ живого органическаго вещества — **плазмы**. Плазма эта, какъ я только что сказалъ, однородна и безформенна. Слизистая зернистая плазма не имѣетъ на видъ подѣ microscopeмъ никакого внутренняго расчлененія и представляетъ безформенную движущуюся ползучую массу, передвигающуюся по субстрату при помощи особыхъ отроговъ или **ложноножекъ** (псевдоподій — см. рис. 91, *Ps*). Съ той стороны, куда



Рис. 91. Протамеба, голый ползающій протопластъ, простѣйшаго строения: *Ps* — псевдоподіи или ложноножки.

плазма эта медленно переползаетъ, она постепенно крайне лѣниво выдвигаетъ неопредѣленной формы отроги, выросты своего плазматического тѣла, а на противоположномъ концѣ такіе же отроги, выросты плазмы втягиваются, вбираются внутрь ея слизистаго тѣла. И такъ, впячивая и выпячивая свои ложноножки, медленно ползетъ по субстрату такая протамѣба или монера. Если на пути ея попадается какое-либо твердое тѣло, какое-либо препятствіе, протамѣба втягиваетъ свои ложноножки и вытягиваетъ новыя псевдоподіи сбоку, обходя препятствіе со стороны, измѣняя направленіе своего движенія. Если на пути монеры попадаютъ твердыя, но питательныя вещества, она обвалакиваетъ ихъ своими ложноножками, втягиваетъ внутрь своего тѣла, гдѣ воспринятая такимъ образомъ пища усваивается живой плазмой, идетъ на ея питаніе, а непереваренныя твердыя частицы постепенно удаляются изъ тѣла, въ видѣ отбросовъ или экскрементовъ. Воспринимать въ себя питательныя вещества протамѣба можетъ любымъ мѣстомъ всей поверхности своего тѣла, въ любомъ же мѣстѣ тѣла выбрасывать изъ него непереваренныя частицы въ видѣ экскрементовъ. Такимъ то образомъ, медленно переползая съ мѣста на мѣсто, обходя вредные или безразличныя для нея предметы и втягивая въ себя попадающіяся на пути питательныя вещества, протамѣба растетъ. Надо добавить еще, что она дышетъ. Дыханіе состоитъ въ поглощеніи изъ воды, въ которой живетъ протамѣба, раствореннаго въ водѣ кислорода и въ выдѣленіи углекислоты. Дыханіе совершается также всей поверхностью тѣла. Слѣдовательно, хотя протамѣба и питается, и дышетъ, и двигается, и растетъ, у нея, однако, нѣтъ особыхъ органовъ всѣхъ этихъ фізіологическихъ функцій, ибо все тѣло ея одновременно выполняетъ всѣ эти основныя жизненныя функціи. Органами движенія можно, пожалуй, еще считать ея ложноножки или псевдоподіи, но эти органы не фиксированы, ибо протамѣба можетъ въ любой точкѣ своего тѣла вытянуть новую ложноножку и любую ложноножку втянуть въ слизистое свое тѣло, и въ сущности передвигается, ползетъ все слизистое тѣло протамѣбы, вытягиваніемъ псевдоподій лишь регулируя и направляя эти движенія.

Достигши опредѣленной предѣльной величины прота-

мѣба приступаетъ къ размноженію. Насколько просто строеніе и жизнь протамѣбы, настолько же несложно и ея размноженіе; оно состоитъ въ простомъ дѣленіи на двѣ новыхъ дочернихъ протамѣбы, причемъ материнское тѣло протамѣбы перестаетъ двигаться, втягиваетъ свои псевдоподіи и затѣмъ постепенно бисквитообразной перетяжкой разрывается на двѣ дочернихъ протамѣбы. Когда дѣленіе окончилось, дочернія протамѣбы снова выпускаютъ ложноножки, расползаются въ стороны, ползаютъ, дышутъ, питаются и въ результатѣ растутъ, а достигнувши предѣльной величины, снова дѣлятся каждая на двѣ, снова размножаются путемъ простого безполага дѣленія. Никакого намѣка на половой актъ у протамѣбъ нѣтъ. Движенія протамѣбы хотя и весьма медленныя, но носятъ характеръ произвольныхъ, активныхъ движеній и регулируются между прочимъ вліяніемъ различныхъ внѣшнихъ раздражителей. Силы свѣта, тяжести, теплоты, электричества, химическія и др. дѣйствуютъ раздражающимъ и направляющимъ образомъ на ползающія движенія протамѣбы, такъ же какъ и на движенія свободно плавающихъ, при помощи рѣсничекъ, протопластовъ, какъ это мы видѣли на прошлой лекціи. Слѣдовательно, протамѣба способна воспринимать раздраженія внѣшней среды и на нихъ реагировать, иначе говоря, протамѣба способна чувствовать, имѣть, хотя бы и въ крайне примитивномъ видѣ, психику. Итакъ, это несомнѣнно живой организмъ, но лишенный въ сущности какой-либо организаціи и проявляющій всѣ основныя жизненныя явленія въ однородномъ и безформенномъ комочкѣ живой матеріи — въ плазмѣ.

Кромѣ протамѣбъ описаны были учеными микроскопическіе организмы — амѣбы. **Амѣба** (см. рис. 92) на одну степень выше протамѣбы, ибо имѣетъ, хотя и слабо выраженную, но все же нѣкоторую организацію. Амѣба тоже представляетъ микроскопическій комочекъ живой органической матеріи — плазмы. Плазма эта полужидкая, тягучая, зернистая; въ ней можно различить наружную часть — безцвѣтную, лишенную зернышекъ, такъ называемую **гіалоплазму**; самый наружный слой плазмы, повидимому, нѣсколько плотнѣе остальной плазмы и называется **дерматоплазмой**; но бѣльшая часть тѣла амѣбы состоитъ изъ **зернистой плазмы**,

находящейся въ постоянномъ стручатомъ движеніи. Она переливается, ползетъ, вытягиваетъ на поверхности своей гіало- и дерматоплазму, образуетъ такимъ образомъ псевдоподіи (*Ps*) и при помощи ихъ, втягивая и вытягивая ихъ, такъ же передвигается по субстрату, какъ и протамеба. Но кромѣ нѣкоторой дифференцировки въ самой плазмѣ, у амёбы мы видимъ еще нѣкоторыя образованія, которыхъ у живыхъ протамебъ обыкновенно не наблюдается. А именно, внутри тѣла амёбы мы видимъ округлое или овальное, болѣе сильно свѣтъ преломляющее тѣльце, называемое ядромъ (*N*), а въ центрѣ такого ядра еще болѣе сильно свѣтъ преломляющую

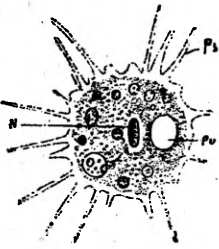


Рис. 92. Амёба — голый ползающій протопластъ болѣе сложнаго устройства: *N* — ядро, *Pv* — пульсирующая вакуоля, *Ps* — псевдоподіи или ложноножки.

точку — ядрышко. Затѣмъ въ тѣлѣ амёбы мы можемъ среди слизистаго содержимаго различить какъ-бы пузырьки воздуха или пустоты. Но это не пустоты, а небольшія полости, наполненныя плазматическимъ или клѣточнымъ водянистымъ сокомъ. Полости эти называются вакуолями, и у амёбы мы можемъ различить двоякаго рода вакуоли. Однѣ вакуоли постоянно сохраняютъ свою величину, и въ водянистомъ содержимомъ ихъ мы нерѣдко можемъ наблюдать скопленіе твердыхъ частицъ, отбросовъ процесса питанія. Другія вакуоли, и ихъ меньше, правильно ритмически сокращаются и расширяются и при расширеніи наполняются безцвѣтнымъ прозрачнымъ клѣточнымъ

сокомъ. Это такъ называемыя бьющіяся или пульсирующія вакуоли (*Pv*), такія же, какія мы видѣли въ плавающихъ гаметахъ нѣкоторыхъ водорослей (ср. рис. 89, на стр. 90).

Итакъ, амёба уже сложнѣе построена, чѣмъ протамеба, ибо въ ея плазматическомъ тѣлѣ мы можемъ различить вакуоли, ядро и ядрышко. Впрочемъ, я долженъ здѣсь же оговориться и указать вамъ, что въ настоящее время имѣется большое сомнѣніе, существуютъ ли на земномъ шарѣ безъядерные организмы, на подобіе описанныхъ выше протамебъ. Если разсматривать живую протамебу и живую амёбу, то у второй мы ясно различаемъ внутри плазмы ядро, а у протамебы ядра не видно, и все плазматическое тѣло ея кажется гомогеннымъ, однороднымъ. Но если убить протамебу и

подѣйствовать на нее нѣкоторыми окрашивающими химическими реактивами, то тогда обнаруживается въ тѣлѣ ея присутствіе до того невидимаго ядра. Сначала учеными описано было немало безъядерныхъ микроорганизмовъ, но, съ усовершенствованіемъ микроскопической техники, у многихъ такихъ безъядерныхъ организмовъ обнаружено было либо присутствіе типичнаго ядра, либо присутствіе внутри гомогеннаго ихъ тѣла особаго органа, б. и. м. подобнаго клѣточному ядру, а потому въ настоящее время существованіе безъядерныхъ протопластовъ подвергается большому сомнѣнію. Какъ бы то ни было, но во всякомъ случаѣ амѣба все же сложнѣе протамѣбы потому, что у амѣбы ядро и ядрышко хорошо обособлены и видны безъ помощи какихъ-либо реактивовъ, тогда какъ у живой протамѣбы все же на видъ плазматическое тѣло вполнѣ гомогенно.

Жизнь и размноженіе амѣбы настолько же примитивны и несложны, какъ и протамѣбы. Разница лишь та, что при размноженіи амѣбы дѣленію ея тѣла пополамъ предшествуетъ ясно видимое дѣленіе ядра, и въ каждую дочернюю амѣбу отходитъ одна изъ половинокъ предварительно раздѣливагося пополамъ ядра (см. рис. 93).

Если микроскопическія протамѣбы и амѣбы можно съ одинаковымъ правомъ причислять и къ низшимъ животнымъ, и къ низшимъ растеніямъ, то среди растительнаго царства встрѣчаются видимые простымъ глазомъ организмы, которые несомнѣнно относятся къ растеніямъ и тѣмъ не менѣе обладаютъ ползающими движеніями, на подобіе протамѣбъ и амѣбъ. Это такъ называемые **слизистые грибы** или **миксомицеты**. Еще не такъ давно организмы эти относились къ классу настоящихъ грибовъ, однако съ грибами они ничего общаго не имѣютъ, а потому въ настоящее время они выдѣляются въ особый отдѣлъ растительнаго царства, называемый *Amoeboidea* (амѣбонидныя).

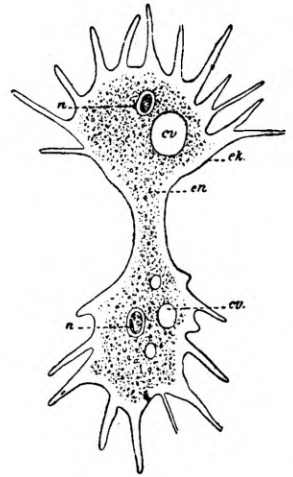


Рис. 93. Размноженіе амѣбы путемъ дѣленія: *n, n* — дочернія ядра, *cv, cv* — бьющіяся вакуоли, *ek* — гиалоплазма, *en* — зернистая плазма.

Вѣроятно, многимъ изъ васъ, гуляя въ лѣсу, послѣ дождливыхъ дней, когда начинается снова привѣтливо свѣтить солнце и осушать промокшую насквозь землю, случалось видѣть, какъ изъ сырыхъ гнилыхъ пней срубленныхъ деревьевъ высачивается или выползаетъ слизистая тягучая масса различнаго цвѣта. Консистенціи примѣрно сметаны, масса эта бываетъ окрашена то въ розовый цвѣтъ, то въ ярко-желтый, точно яичный желтокъ, то она бѣловатая или почти безцвѣтная, мутно-прозрачная. Если внимательно наблюдать за этой слизью, расплывшейся по поверхности срѣзаннаго гнилого пня, то можно замѣтить, что она находится въ медленномъ ползучемъ движеніи. Скопленія такой слизи достигаютъ различной величины; въ однихъ случаяхъ ея накапливается примѣрно съ мѣдный пятакъ, а иногда и значительно больше, съ блюдечко или цѣлую тарелку. Она имѣетъ по краямъ неровныя, расплывчатыя очертанія (см. рис. 94, *n*), и края эти мѣняють свою форму и рисунокъ: тутъ и тамъ вытягиваются крупные выросты и отроги, на подобіе ложноножекъ или псевдоподій протамѣбъ и амѣбъ, только во много разъ крупнѣе. Отроги эти медленно ползутъ по гнилому дереву, разбиваются на новые отроги, снова сливаются, переплетаются, анастомозируютъ между собою и вообще находятся въ постоянномъ, хотя и медленномъ движеніи, переползаніи. Слизистыя массы эти состоятъ все изъ той же живой органической матеріи, именуемой **протоплазмой**, изъ которой построены протамѣбы и амѣбы, зоогонидіи водорослей, антерозоиды или живчики мховъ и папоротниковъ, и вообще все активно-живое въ животномъ и растительномъ царствѣ. Только здѣсь, у слизистыхъ грибовъ или миксомицетовъ голая свободно-движущаяся, ползающая и чувствующая протоплазма сравнительно огромныхъ размѣровъ и образуетъ такъ называемыя **пласмодіи** этихъ растений. Что пласмодіи миксомицетовъ не только двигаются активно, но и чувствуютъ, реагируютъ на всевозможныя внѣшнія раздраженія, можно доказать цѣлымъ рядомъ интересныхъ и наглядныхъ опытовъ, наглядныхъ въ особенности благодаря крупной величинѣ этихъ слизистыхъ тѣлъ и, слѣдовательно, легкой возможности наблюдать всѣ эти движенія и причины, ихъ вызывающія.

Однимъ изъ обыкновеннѣйшихъ пласмодіевъ миксоми-

цетовъ является пласмодій *Aethalium septicum*, живущій среди гнiющаго дубильнаго корья. На дубильныхъ заводахъ, а также въ оранжереяхъ, гдѣ иногда употребляютъ гнiющее

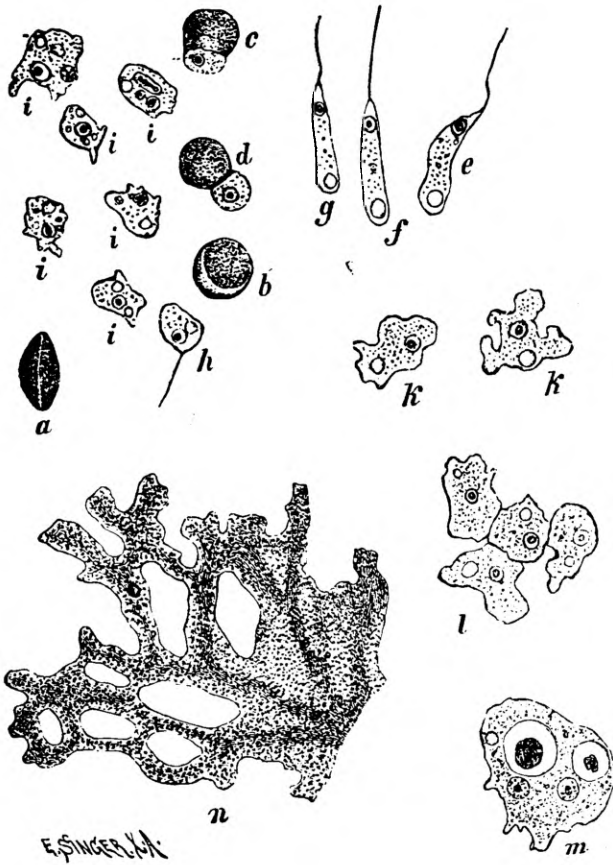


Рис. 94. Миксомицетъ -- *Chondrioderma difforme*: *a* — спора въ сухомъ съжившемся состояніи; *b* — разбухшая въ водѣ спора; *c* и *d* — выхожденіе плазматическаго содержимаго (амёбоида) изъ оболочки споры; *e*, *f* и *g* — голое плазматическое содержимое споры, снабженное жгутикомъ, въ стадіи зооспоры; *h* — переходъ зооспоры въ стадію амёбоида; *i*, *i* — болѣе молодые амёбоиды; *k*, *k* — болѣе старые амёбоиды; *l* — нѣсколько сходящихся амёбоидовъ, незадолго до слянія ихъ между собою въ пласмодій, *m* — молодой пласмодій (всѣ рисунки увелич. въ 540 разъ); *n* — часть взрослого пласмодія (край его, увелич. въ 90 разъ).

корье для согрѣванія горшковъ съ культивируемыми въ нихъ пальмами и другими растеніями, можно почти всегда найти этотъ пласмодій. Стоитъ разрыть немного гнiющее и теплое внутри корье, и вы обязательно наткнетесь на слизистыя

распльвчатя массы, занимающія иногда большія пространства среди этого корья. При этомъ вы замѣтите слѣдующее: разрывая руками теплое корье, вы можете наткнуться на мутно-бѣзцвѣтный пласмодій этого миксомицета, но онъ не останется при этомъ пассивнымъ. Найти то вы его нашли, но сейчасъ же замѣтите, что онъ уползаетъ отъ васъ. Онъ вытягиваетъ свои отроги въ разныя стороны и сравнительно довольно быстро прячется глубже въ корье, какъ будто бы свѣтъ и болѣе сухой и холодный воздухъ его потревожили. И, дѣйствительно, оказывается, что пласмодии какъ этого миксомицета, такъ и другихъ, весьма чувствительны къ свѣту, температурѣ, влажности; они отрицательно **фототропичны**, т. е. уползаютъ отъ свѣта, ищутъ тьмы; они положительно **термотропичны**, т. е. ищутъ болѣе высокую температуру, прячутся, гдѣ потеплѣе; они положительно **гидротропичны**, т. е. ищутъ болѣе влажной среды. Движеніе пласмодіевъ регулируется и направляется всякими другими внѣшними силами: электричество, гальванической токъ, химическіе раздражители и проч. вызываютъ разныя движенія пласмодіевъ, направляютъ эти движенія и, въ зависимости отъ силы раздражителя, либо ускоряютъ, либо ослабляютъ эти движенія. Если вы къ ползущему пласмодию пододвинете вкось поставленное стеклышко, по которому будетъ струиться вода, то край пласмодія начнетъ вытягивать свои псевдоподии и вползаетъ на стеклышко, навстрѣчу струѣ воды; это явленіе называется положительнымъ **реотропизмомъ**. Можно при помощи его собрать на предметное стеклышко микроскопа часть движущагося пласмодія и, покрывъ его покровнымъ стеклышкомъ, рассмотреть подъ микроскопомъ; мы увидимъ тогда, что не только края пласмодія находятся въ постоянномъ ползающемъ движеніи, какъ бы расплываніи по стеклу, но и внутри самого пласмодія происходитъ струйчатое движеніе плазмы, иногда весьма оживленное; плазма въ пласмодии и въ особенности въ ложноножкахъ его струится и перетекаетъ по различнѣйшимъ направленьямъ. Если взять два стакана дистиллированной воды, перекинуть черезъ края ихъ стеклянную пластику, стеклышко это покрыть полоской фильтровальной бумаги, такъ, чтобы концы бумаги опускались въ оба стакана, и по фильтровальной бумагѣ вода поднималась

изъ стакановъ кверху на стеклянную пластинку, а на стеклышко положить часть пласмодія, то пласмодій хотя и будетъ ползать, но не въ опредѣленномъ направленіи. Но, если въ правый, напримѣръ, стаканъ, вмѣсто дистиллированной воды, помѣстить очень слабый растворъ дубильнаго корья, а въ лѣвомъ стаканѣ оставить дистиллированную воду, то пласмодій поползетъ по направленію къ правому стакану; онъ будетъ положительно хемотропиченъ, онъ будетъ двигаться по направленію къ химическому раздражителю, въ данномъ случаѣ къ раствору дубильнаго корья. Если у насъ въ обоихъ стаканахъ будутъ растворы дубильнаго корья, но, скажемъ, въ лѣвомъ стаканѣ 1% растворъ, а въ правомъ 2% растворъ, то пласмодій сумѣетъ различить крѣпости растворовъ и поползетъ по направленію къ раствору болѣе крѣпкому. Но если мы, варьируя эти опыты и наливая въ стаканы растворы разной крѣпости, нальемъ въ одинъ изъ стакановъ черезъ-чуръ крѣпкій растворъ, то замѣтимъ, что пласмодій поползетъ отъ очень крѣпкаго раствора къ болѣе слабому и окажется, слѣдовательно, отрицательно хемотропичнымъ. Мы видѣли выше, что пласмодіи миксомицетовъ отрицательно фототропичны и положительно гидротропичны, т. е. обычно уползаютъ отъ свѣта и сухого воздуха въ тѣму и сырость. Вотъ почему они главнымъ образомъ и живутъ въ старыхъ гниющихъ пняхъ, среди сырой гниющей листвы и въ подобныхъ мѣстахъ. Тамъ они медленно ползаютъ съ мѣста на мѣсто, питаются всей поверхностью своего тѣла, на подобіе амёбъ и протамёбъ, и растутъ. Но, достигнувши полной своей зрѣлости, пласмодіи миксомицетовъ дѣлаются, наоборотъ, положительно фототропичными и отрицательно гидротропичными. Они начинаютъ искать свѣта и сухого воздуха, и, если погода благопріятствуетъ, они выползаютъ изъ пней, гнилушекъ, корья, опавшей листвы наружу, къ свѣту, на свѣжій воздухъ. Въ видѣ неправильно расплывшагося яичнаго желтка, въ видѣ розовой или бѣлой сметаны выступаетъ слизъ эта изъ гниющаго дерева или корья, изъ лѣсной подстилки, расплывается неправильной массой по пнямъ и гнилымъ кусочкамъ дерева, взбирается на траву, на мохъ, и нѣкоторое время слизистая масса эта остается безформенной. Но мало-по-малу слизъ эта застываетъ и вмѣстѣ съ тѣмъ принимаетъ опредѣленную

форму. Иногда такіе пласмодіи миксомицетовъ, застывая, образуютъ какъ бы небольшія лепешечки, пуговки, бородавки (см. рис. 95, 6) бураго, розоваго, желтаго цвѣта; иногда вся масса обращается какъ бы въ большой коровой хлѣба съ хорошо пропеченой наружной коркой; иногда вся масса застываетъ на листочкѣ или стебелькѣ растенія въ видѣ слюны

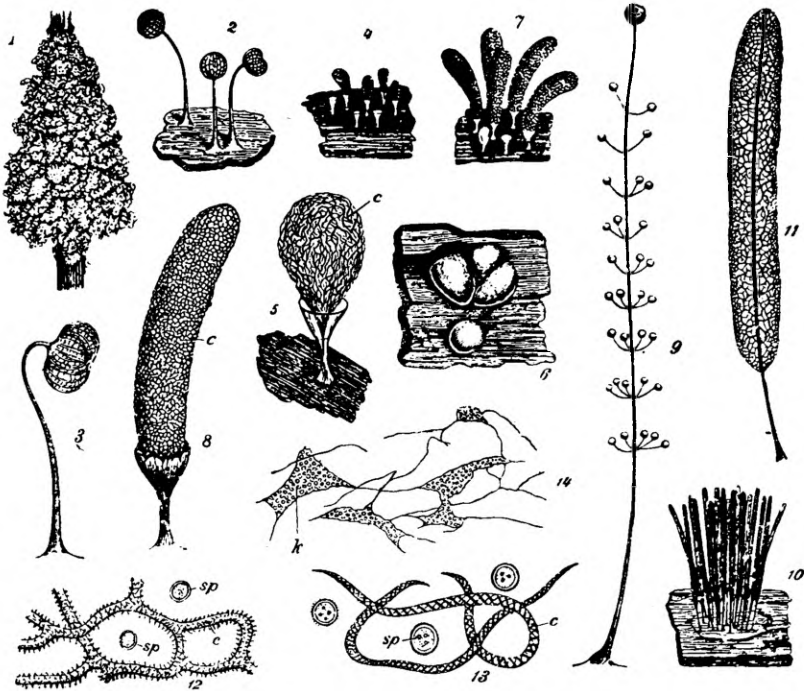


Рис. 95. Плодовые тѣла миксомицетовъ (*Myxomycetes*): 1 — *Spumaria alba* — кукушкина слюна, 2 — *Dictydium cernuum*, 3 — то же при большемъ увеличеніи, 4—5 — *Hemiarcyria clavata*, 6 — *Lycogala epidendrum*, 7—8 — *Arcyria nutans*, 9 — *Polyspondylium violaceum*, 10—11 — *Stemmitis fusca*, 12 — капиллярій *Arcyria nutans*, 13 — то же *Trychia varia*, 14 — то же *Leocarpus fragilis*; sp — споры, c — нити капилляріи.

и называется тогда въ простонародѣ кукушкиной слюной (см. рис. 95, 1). Но чаще безформенная слизь приобретаетъ весьма сложныя и причудливыя формы (см. рис. 95). То въ видѣ маленькиихъ рюмочекъ, бокальчиковъ, корзиночекъ, то въ видѣ цилиндриковъ на ножкѣ, съ столбчкомъ (колумеллой) внутри (см. рис. 95, 10—11), съ ажурной сѣткой, такъ называемымъ капилляріемъ (см. рис. 95, 5, c, 8, c) и съ нѣжной наружной оболочкой, называемой перидіемъ.

Это все будутъ различныя плодовые тѣла миксомицетовъ, часто похожія по внѣшнему виду на маленькіе грибки, почему и относили растенія эти сначала къ классу грибовъ. Внутри этихъ плодовыхъ тѣлъ образуются одноклѣточные споры (см. рис. 95, 12, 13, *sp*), которыя въ видѣ бурога, чернаго, розоваго или желтаго порошка наполняютъ все внутреннее пространство плодоваго тѣла. Въ сухую погоду отлично созрѣваютъ плодовые тѣла и споры миксомицетовъ. Въ концѣ концовъ плодовые тѣла разрушаются, споры высыпаются наружу и разносятся вѣтромъ, а попавъ въ благоприятныя условія, онѣ прорастаютъ (см. рис. 94). Каждая спора (*a*, *b*) имѣетъ довольно твердую наружную оболочку и слизистое плазматическое содержимое съ ядромъ и ядрышкомъ. При прорастаніи оболочка споры лопаются, и плазматическое содержимое выходитъ наружу въ видѣ голаго протопласта (*c*, *d*). Протопластъ этотъ можетъ плавать въ водѣ при помощи рѣснички, производя при этомъ неправильныя червеобразныя движенія всего плазматическаго слизистаго тѣла (*e*, *f*, *g*, *h*); или голые протопласты эти ползаютъ по сырому субстрату, вытягивая псевдоподіи (*i*, *k*) и совершенно напоминая собою амёбы; они и названы были миксамёбами или амёбоидами. Амёбоиды эти, ползая по субстрату, сталкиваются другъ съ другомъ (*l*) и сливаются (*m*); но здѣсь происходитъ сляніе не двухъ амёбоидовъ, а постепенно многихъ амёбоидовъ другъ съ другомъ, и такимъ образомъ изъ микроскопическихъ миксамёбъ образуется постепенно иногда очень крупный пласмодій (*n*). Таковъ циклъ жизни миксомицетовъ. Полового акта у нихъ никогда не наблюдается. Нѣкоторые ученые считали за половой актъ образованіе пласмодія черезъ слянія миксамёбъ. Но такое воззрѣніе совершенно неправильно, ибо по существу своему половой актъ заключается въ сляніи двухъ всего протопластовъ, а отнюдь не многихъ, какъ это происходитъ при образованіи пласмодіевъ миксомицетовъ. Еще недавно причислялись миксомицеты къ классу грибовъ. Впослѣдствіи мы увидимъ, что грибы и построены совершенно иначе, и размножаются инымъ путемъ, чѣмъ миксомицеты. Миксомицеты, вмѣстѣ съ протамёбами и амёбами, вампиреллями и другими подобными организмами можно отнести въ особый отдѣлъ растительнаго царства — амёбоид-

ныхъ. Амёбодныя растенія стоятъ на рубежѣ между животными и растеніями. Они бѣольшую часть жизни проводятъ въ видѣ свободно ползающихъ амёбодовъ или пласмодіевъ; они не имѣютъ зеленой окраски, хлорофилла и питаются сапрофитно, гніющими готовыми органическими веществами; они совершенно не имѣютъ полового акта и размножаются простымъ дѣленіемъ или образованіемъ споръ, изъ которыхъ вылупляются свободно движущіеся амёбоды или миксамёбы. Отсюда и названіе всего этого низшаго отдѣла растительнаго царства — Амёбодныя, *Amoeboideae*.

Лекція восьмая.

Понятіе о клѣткѣ и движеніе плазмы въ клѣткахъ высшихъ растений.

Послѣдняя треть XVII-го столѣтія ознаменована была открытіемъ микроскопа, этого важнѣйшаго орудія современнаго естествознанія, и вмѣстѣ съ открытіемъ микроскопа умственному взору естествоиспытателей открылось обширное поле изслѣдованій существъ и явленій, которыхъ дотолѣ совершенно не знали. Первыя открытія, сдѣланныя при помощи первоначальныхъ, весьма еще несовершенныхъ микроскоповъ, произвели на наблюдателей потрясающее впечатлѣніе. „Голландецъ Сваммердамъ“, рассказываетъ Кернеръ, „чуть не сошелъ съ ума отъ чудесъ, которыя онъ увидѣлъ черезъ стеклянную чечевицу, и, наконецъ, сжегъ свои рисунки, считая святотатствомъ разоблачать и профанировать вещи, намѣренно скрытыя Творцомъ отъ человѣческаго глаза. Левенгукъ, пользовавшійся увеличительными стеклами, приготовленными имъ самимъ путемъ сплавленія тонкихъ стеклянныхъ трубочекъ, наблюдалъ такія вещи, которыя долгое время считались грубымъ обманомъ. Только послѣ того, какъ англичанинъ Гукъ подтвердилъ существованіе найденныхъ Левенгукомъ въ настоѣ перечныхъ зеренъ мельчайшихъ организмовъ и показалъ ихъ въ собраніи Лондонскаго Королевскаго Общества, сомнѣнія въ существованіи этихъ дотолѣ неподозрѣваемыхъ существъ окончательно исчезли. По этому поводу былъ составленъ особый протоколъ, подписанный тѣми, которые лично убѣдились въ правильности этого наблюденія, что показываетъ, какое важное значеніе придавали этимъ открытіямъ“

При помощи микроскопа не только удалось познакомиться съ обширнымъ міромъ мельчайшихъ невидимыхъ простымъ глазомъ существъ, но и проникнуть въ интимную сторону внутренняго строения животныхъ и растений. Дѣлая

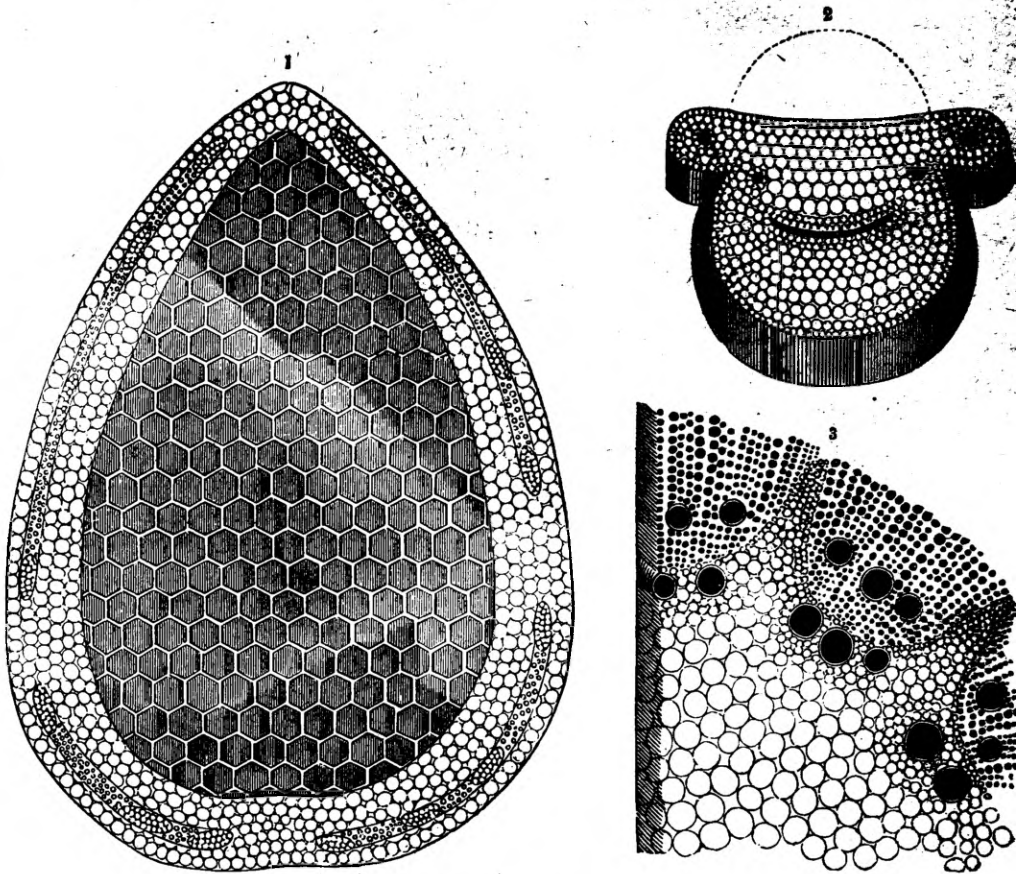


Рис. 96. Оригинальные рисунки Нееми Грю (Grew Anatomy of Plants), съ его гравюръ, изданныхъ въ 1672 году: 1 — продольный разръзъ молодого сѣмени абрикоса, 2 — поперечный разръзъ листового черешка дикаго шалфея, 3 — поперечный разръзъ сосновой вѣтки.

бритвой тонкіе продольные и поперечные разръзы черезъ различныя части растений, черезъ корень, стебель и листь, уже первые изслѣдователи убѣдились, что всѣ эти части растенія слагаются изъ особыхъ гистологическихъ элементовъ, названныхъ **клѣтками**. Обыкновенно растительную клѣтку простымъ глазомъ видѣть нельзя. Но на продольныхъ и

поперечныхъ разрѣзахъ мы видимъ, что всякая часть растенія сложена, какъ изъ кирпичиковъ, изъ особыхъ ячеекъ или мѣшечковъ, которые впервые въ 1667 году замѣчены были англійскимъ ученымъ Робертомъ Гукомъ и названы имъ были растительными клѣтками. Болѣе подробно

изучено было внутреннее строеніе растений итальянцемъ Маркеллою Мальпиги и англичаниномъ Нееміей Грю. Этотъ послѣдній въ 1672 году издалъ обширное сочиненіе по поводу внутренняго строенія растений, снабдивъ его прекрасными для того времени гравюрами (см. рис. 96), на которыхъ изображены были поперечные

разрѣзы черезъ различныя части растений, наблюдаемые подъ микроскопомъ. На этихъ гравюрахъ ясно

видно было, что внутреннее строеніе растений напоминаетъ какъ бы пчелиныя соты, состоящія изъ ячеекъ или клѣточекъ, причемъ все вниманіе первыхъ наблюдателей обращено было на стѣнки этихъ ячеекъ или клѣтокъ, и имъ, стѣнкамъ этимъ, приписывалось не только самое важное морфологическое, но и вообще біологическое или физиологическое значеніе. Кромѣ клѣтокъ, были наблюдаемы уже тогда во внутреннемъ строеніи растений особыя трубочки и волоконца, разнообразно сгруппированныя въ разныхъ частяхъ растенія, но строеніе и происхожденіе этихъ волоко-



Рис. 97. Проф. М. Я. Шлейденъ. 1804—1881. Былъ профессоромъ ботаники въ Германіи и недолгое время (въ 1863 г.) читалъ физиологію и антропологию въ бывшемъ Дерптскомъ, нынѣ Юрьевскомъ университетѣ. Онъ первый точно опредѣлилъ клѣтку, какъ основную гистологическую единицу растительнаго тѣла.

нецъ и трубочекъ оставалось еще неяснымъ. Первые изслѣдователи анатомическаго строенія растений замѣтили также, что, подобно сотамъ пчелъ, и растительныя ячейки или клѣтки

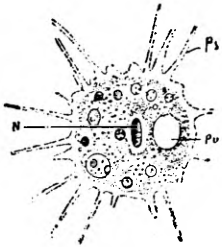


Рис. 98. Амёба:
N — ядро, *Pv* — бю-
ющаяся вокуоля, *Ps* —
псевдоподии или ложно-
ножки.

могутъ быть то пустыми внутри, то наполненными какимъ то содержимымъ, но при несовершенныхъ приборахъ того времени, внутреннее содержимое растительныхъ клѣтокъ еще долгое время оставалось неяснымъ для наблюдателей, и ему не придавали особаго значенія. Лишь въ половинѣ прошлаго столѣтія Гуго-фонъ-Молю, Шлейдену (см. рис. 97), бывшему профессору Дерптскаго университета, Мейену и нѣкоторымъ другимъ удалось ближе познакомиться съ содержимымъ растительныхъ клѣтокъ и вмѣстѣ

съ тѣмъ доказать, что сущность растительной клѣтки заключается не въ стѣнкахъ ея, не въ оболочкѣ, а именно въ этомъ внутреннемъ и при томъ живомъ слизистомъ содержимомъ клѣтки, которое названо было Гуго-фонъ-Молемъ —

протоплазмой. Что такое растительная клѣтка? Представьте себѣ знакомую намъ живую амёбу (см. рис. 98), состоящую изъ протоплазмы съ ядромъ и ядрышкомъ, съ вакуолями, движущуюся, дышащую, питающуюся, растущую и, наконецъ, размножающуюся дѣленіемъ пополамъ на двѣ дочернихъ амёбы, но амёбу не свободную, а заключенную въ особую оболочку, въ особый со всѣхъ сторонъ замкнутый наглухо мѣшечекъ (см. рис. 99) — это и будетъ растительная клѣтка. Оболочка клѣтки (см. рис. 100), ея стѣнка — мертвый продуктъ жизнедѣятельности такой амёбы, выдѣленная всей поверхностью тѣла амёбы, а содержимое клѣтки и есть сама амёба, дышащая, питающаяся, чувствующая, движущаяся, растущая и, наконецъ, размножающаяся путемъ дѣленія на двѣ дочернихъ амёбы, на двѣ дочернихъ расти-

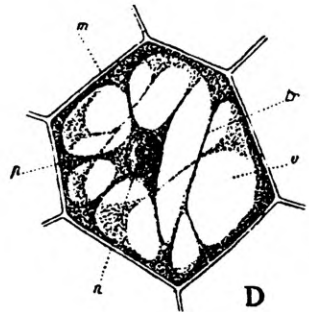


Рис. 99. Растительная клѣтка: *m* — оболочка клѣтки, *p* — цитоплазма, *n* — ядро, *tr* — нити цитоплазмы, *v* — вакуоли.

тельныхъ клѣтки, отдѣляющихся послѣ дѣленія ядра и протоплазмы клѣтки другъ отъ друга поперечной перегородкой, высачиваемой самой протоплазмой дѣлящейся пополамъ клѣтки. Такъ изъ одной клѣтки получаютъ двѣ клѣтки, тѣ въ свою очередь дышатъ, питаются, растутъ, растягивая при этомъ свою оболочку, и снова дѣлятся пополамъ, причемъ сначала дѣлится ядро и плазма клѣтки, а затѣмъ образуется новая поперечная перегородка, и въ результатѣ получаютъ четыре рядомъ лежащихъ клѣтки. Многократными повторными дѣленіями такими образуется цѣлый комплексъ клѣтокъ, изъ которыхъ и слагается данный органъ растенія — корень, стебель или листь, и получается то впечатлѣніе, что на поперечномъ разрѣзѣ любой части тѣла растенія мы видимъ подъ микроскопомъ какъ бы пчелиныя соты, и тѣло растенія, какъ изъ кирпичиковъ, слагается изъ такихъ ячеекъ или клѣтокъ, образующихъ эти соты. Растительная клѣтка есть основная анатомическая и вмѣстѣ съ тѣмъ біологическая единица растенія.

Съ одной единственной клѣтки какъ увидимъ дальше, начинается жизнь каждаго растенія, и образованіемъ новыхъ клѣтокъ, способныхъ развиваться въ будущіе индивидуумы даннаго растенія, заканчивается, въ сущности, жизнь растенія. Клѣтка есть, такъ сказать, альфа и омега растительнаго организма. Вмѣстѣ съ тѣмъ изъ клѣтокъ же, путемъ дальнѣйшаго ихъ развитія и метаморфоза, образуются всѣ остальные гистологическіе элементы растенія. Различныя трубочки, волоконца и иныя образованія, которыя, помимо клѣтокъ, попадаютъ намъ при микроскопическомъ изслѣдованіи продольныхъ или поперечныхъ разрѣзовъ различныхъ органовъ растеній, не являются самостоятельными гистологическими образованіями, но продуктами дальнѣйшаго разрастанія и измѣненія (метаморфоза) растительной клѣтки или продуктами сліянія нѣсколькихъ клѣтокъ въ одну.

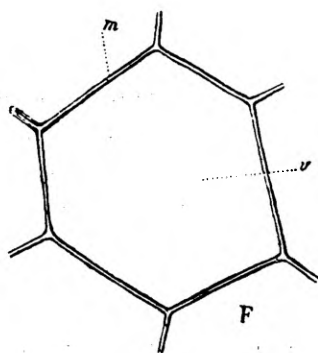


Рис. 100. Растительная клѣтка, состоящая изъ одной клѣточной оболочки (*m*), съ пустотой (вакуолей) (*v*), безъ живого плазматического содержимаго.

Типичная растительная клѣтка, какъ я только что сказалъ, состоитъ изъ оболочки и внутренняго содержимаго. Внутреннее содержимое въ молодыхъ растительныхъ клѣткахъ заполняетъ собою все пространство клѣтки полностью. Оно безцвѣтно, зернисто, слизисто и обладаетъ всѣми свойствами живого вещества, т. е. можетъ дышать, питаться, расти, чувствовать, двигаться и размножаться. Это и будетъ открытая Гуго-фонъ-Модемъ плазма или протоплазма. Это все та же плазма, которую мы видѣли и у зоогонидій водорослей, и у амѣбъ, и въ пласмодіяхъ миксомицетовъ, и свойства ея тѣ же. Подобно тому, какъ амѣба живетъ, живетъ и протоплазма въ клѣткѣ, въ своей оболочкѣ. А такъ какъ тѣло растенія слагается изъ клѣтокъ, и только изъ клѣтокъ, то, значитъ, жизнь растенія есть сумма жизней всѣхъ тѣхъ амѣбъ, всѣхъ тѣхъ плазмъ, которыя наполняютъ или наполняли когда-то клѣтки, изъ которыхъ сложено тѣло растенія.

Подобно амѣбѣ, внутреннее содержимое молодой растительной клѣтки состоитъ изъ протоплазмы собственно или, какъ ее теперь называютъ, изъ **цитоплазмы**. Внутри этой цитоплазмы въ растительной клѣткѣ имѣется, кромѣ того, **клѣточное ядро съ ядрышкомъ**, до нѣкоторой степени независимое отъ цитоплазмы; ибо новыя ядра всегда получаютъ изъ материнскихъ ядеръ путемъ ихъ дѣленія, и ядро изъ плазмы само собою образоваться не можетъ. При этомъ и здѣсь, такъ же какъ и у амѣбы, дѣленію всей протоплазмы данной клѣтки предшествуетъ дѣленіе ядра пополамъ на два дочернихъ ядра, отходящихъ по одному въ каждую дочернюю клѣтку. Вакуолей, которыя мы видѣли у нѣкоторыхъ зоогонидій водорослей и у амѣбы, въ молодой растительной клѣткѣ обыкновенно нѣтъ. Но зато въ такихъ молодыхъ клѣткахъ нерѣдко (если и не у всѣхъ растеній, то у большинства) мы видимъ вокругъ ядра въ цитоплазмѣ еще нѣсколько тѣлецъ, большею частью сильно лучепреломляющихъ и безцвѣтныхъ, иногда, однако-же, окрашенныхъ въ зеленый или иной цвѣтъ и называемыхъ **пигментными тѣльцами** или **хроматофорами**. Впослѣдствіи у большинства растеній хроматофоры эти окрашиваются въ зеленый цвѣтъ и образуютъ тѣ **хлорофильныя зерна** въ живыхъ клѣткахъ, которыя придаютъ большинству растеній ихъ характерную зеленую окраску. Хроматофоры, подобно ядру, представля-

ють самостоятельные и независимые отъ цитоплазмы ингредиенты клѣтки. Хроматофоры тоже всегда получаютъ изъ хроматофоръ же путемъ свободнаго дѣленія, путемъ размноженія. Клѣточное ядро, цитоплазма и хроматофоры суть живыя составныя части клѣтки, и все это вмѣстѣ составляетъ клѣточную плазму, живую амёбу, населяющую клѣтку и ведущую въ ней активную жизнь. **Оболочка клѣтки**, состоящая изъ совершенно иного вещества, чѣмъ протоплазма (клѣточная плазма состоитъ изъ сложнаго азотистаго бѣлковаго вещества, а клѣточная оболочка изъ безазотистаго вещества — углевода), вмѣстѣ съ тѣмъ есть продуктъ жизнедѣятельности плазмы клѣтки. Клѣточная оболочка высачивается плазмой клѣтки, и если клѣточная оболочка тоже растеть, какъ и плазма со всѣми живыми составными частями своими, то во всякомъ случаѣ ростъ клѣточной оболочки пассивный, а не активный; ростъ клѣточной оболочки всецѣло зависитъ отъ жизнедѣятельности клѣточной плазмы, и клѣточная оболочка сама не дышетъ, не питается, не чувствуетъ и не размножается; это мертвый продуктъ, результатъ жизнедѣятельности живой составной части клѣтки — плазмы. Мы познакомимся со временемъ съ другими мертвыми продуктами жизнедѣятельности живой составной части клѣтки, теперь скажу лишь еще одно. При ростѣ растительной клѣтки, хотя оболочка растеть и не самостоятельно, но ростъ ея, ея растягиваніе, идетъ значительно быстрѣе роста внутренняго живого содержимаго клѣтки. Это внутреннее содержимое, не поспѣвая за ростомъ клѣточной оболочки, одѣваетъ ее, однако, со всѣхъ, рѣшительно, сторонъ постѣннымъ слоемъ плазмы, а внутри клѣтки образуются тогда такъ называемыя пустоты или **вакуоли**, наполненныя водянистымъ **клѣточнымъ сокомъ**, высачиваемымъ протоплазмой. Сначала вакуоли растительной клѣтки малы, и ихъ нѣсколько. Но мало-по-малу вакуоли эти дѣлаются все больше и больше, сливаются между собою, и, наконецъ, въ старыхъ, но живыхъ еще растительныхъ клѣткахъ мы видимъ протоплазму лишь въ видѣ непрерывнаго, но тонкаго слоя, со всѣхъ сторонъ извнутри одѣвающего клѣточную оболочку (такъ называемый **первичный мѣшечекъ** или **постѣнная плазма**), а внутри клѣтка представляетъ одну обширную вакуолю или **клѣточную по-**

лость, наполненную клѣточнымъ сокомъ. Постѣнная плазма одѣваетъ совнутри клѣточную оболочку и со всѣхъ сторонъ окружаетъ клѣточный сокъ, или отъ нея отходятъ простые или анастомозирующие тяжи плазмы, проходящіе вдоль или поперекъ клѣточной полости отъ стѣнки къ стѣнкѣ. Хотя въ старыхъ клѣткахъ живая плазма занимаетъ сравнительно очень небольшое пространство, ибо большая часть полости клѣтки занята клѣточнымъ сокомъ, однако и въ такихъ клѣткахъ протоплазма сохраняетъ всѣ тѣ жизненныя свойства, которыя имѣетъ всякая живая плазма (плазмодіи, амѣбы, зоогонидіи и т. д.). Она дышетъ, питается, въ ней происходитъ постоянный обмѣнъ веществъ, она растетъ. Размножаться дѣленіемъ могутъ лишь молодыя клѣтки, но способность чувствовать и двигаться сохраняетъ за собою и плазма старыхъ растительныхъ клѣтокъ. Наблюдать движеніе плазмы въ растительныхъ клѣткахъ очень трудно, и это надо приписать

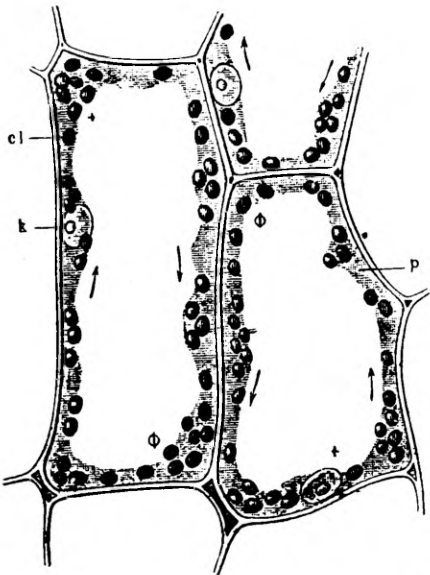


Рис. 101. Вращательное движеніе (по направленію стрѣлокъ) протоплазмы внутри клѣтокъ листа *Vallisneria spiralis*: *k* — ядро, *cl* — хлоропласты или хлорофильныя зерна, *p* — цитоплазма.

тому, что заключенный въ тѣсную темницу узникъ — плазма клѣтки, двигается настолько медленно, что

уловить движенія эти даже при помощи сильно увеличивающаго микроскопа невозможно. Но у нѣкоторыхъ растений все же можно наблюдать весьма интересное и любопытное явленіе — движеніе плазмы внутри клѣтокъ. Въ растительныхъ клѣткахъ цитоплазма передвигается или въ видѣ отдѣльных струекъ съ мѣняющимся направленіемъ, или же одною только струею въ одномъ постоянномъ направленіи. Первое движеніе называется циркуляціоннымъ или струйчатымъ (см. рис. 102), второе — вращательнымъ (см. рис. 101). Скорость

этого движенія весьма небольшая, всего 10 μm ., 1—2 μm ., даже $\frac{1}{100}$ μm . въ минуту.

Очень удобный объектъ для наблюденія движенія плазмы въ клѣткахъ высшихъ растений представляютъ болѣе старыя клѣтки нѣкоторыхъ водяныхъ растений, напримѣръ, *Elodea canadensis* или *Vallisneria spiralis* (см. рис. 103), легко разводимыхъ въ аквариумахъ. Если сдѣлать бритвой срѣзъ черезъ стебель или листь этихъ растений и положить подъ микроскопъ, то, наблюдая свѣжіе срѣзы эти, мы увидимъ, какъ въ каждой клѣткѣ растенія плазма въ видѣ тонкаго постѣннаго слоя вращается вдоль стѣнокъ клѣтки (см. рис. 101). Это замѣтно по зернистому содержимому плазмы, но нерѣдко медленнымъ потокомъ плазмы увлекаются и зерна хлорофилла и даже тяжеловѣсное ядро. Ихъ движенія, повидимому, однакоже пассивныя, и они, увлекаемая потокомъ плазмы, нерѣдко, въ особенности на поворотахъ, застреваютъ, отстаютъ, сгучиваются и затѣмъ, послѣ нѣ котораго напора движущейся плазмы, продолжаютъ далѣе плыть вдоль стѣнокъ клѣтки. У этихъ растений движеніе плазмы вращательное. Въ клѣткахъ тычиночныхъ волосковъ *Tradescantia virginica* (см. рис. 102), одного американскаго сухопутнаго растенія, можно наблюдать красивое циркуляціонное или струйчатое движеніе плазмы. Въ каждой клѣткѣ такого волоска можно замѣтить движенія нѣжныхъ струекъ по разнымъ направленіямъ, въ тонкомъ стѣнкоположномъ слоѣ цитоплазмы, а кромѣ того и въ тяжахъ протоплазмы, пересекающихъ клѣточную полость. Тяжи эти при этомъ медленно измѣняютъ свою форму и положеніе, обуславливая этимъ перемѣщеніе клѣточного ядра, подвѣшеннаго на этихъ тонкихъ плазматическихъ тяжахъ посрединѣ клѣтки, съ одного мѣста на другое.

Итакъ, движеніе, а также и воспріятіе раздраженій,



Рис. 102. Струйчатое движеніе протоплазмы внутри клѣтки *Tradescantia virginica* (по направленію стрѣлокъ): *k* — ядро, *cl* — хлорофильныя зерна, *p* — цитоплазма.

свойственно плазмѣ каждой живой клѣтки высшихъ растений. Наши высшія цвѣтковые растенія не плаваютъ активно въ водѣ, какъ животныя, они не ползаютъ по землѣ, какъ амёбы или пласмодіи миксомицетовъ, они тѣмъ наче не бѣгаютъ, не прыгаютъ, не скачутъ, не летаютъ, какъ животныя. Но сотканныя изъ массы живыхъ клѣтокъ, наши высшія растенія, цвѣтковые, въ каждой живой клѣточкѣ своей несутъ ту же способность чувствовать и двигаться, какъ и другія живыя существа. Въ каждой ихъ клѣточкѣ, какъ въ одиночной тюремной камерѣ, живетъ навсегда замурованный живой узникъ — протоплазма растительной клѣтки. И этотъ то узникъ, эта таинственная, но живая протоплазма способна чувствовать, реагировать, способна двигаться; и, хотя медленно, она движется въ своей камерѣ, и, рассматривая подъ микроскопомъ эти любопытныя движенія плазмы въ растительныхъ клѣткахъ, поражаешься и невольно начинаешь иными глазами смотрѣть на высшія растенія. Да, поистинѣ, это такія же живыя существа, какъ и животныя, и, можетъ быть, они способны проявлять жизненныя свойства свои не однимъ только безконечнымъ вращеніемъ плазмы въ клѣткѣ, но и болѣе явными, а м. б. и цѣлесообразными движеніями своихъ органовъ. Объ этомъ я скажу вамъ, однако, на слѣдующей лекціи.

Лекція девятая.

Движенія высшихъ растеній. Отдѣльные болѣе рѣзкіе примѣры.

Высшія цвѣтковыя растенія не плаваютъ активно въ водѣ, не ползаютъ и не бѣгаютъ по землѣ, какъ животныя, но это не потому, чтобы они лишены были способности воспріятія ощущеній и движенія, а потому, что по всему образу жизни своему и приспособленію къ окружающей средѣ растенія не нуждаются въ этихъ именно формахъ движенія. Но что и высшія растенія способны чувствовать, воспринимать разнаго рода раздраженія и реагировать на нихъ извѣстнаго рода движеніями и при томъ движеніями цѣлесообразными, полезными растенію, этому можно привести столько примѣровъ, что если бы мы захотѣли исчерпать всѣ эти примѣры, то объ одномъ движеніи высшихъ растеній можно бы написать цѣлую книгу и даже не одну. Ограничимся здѣсь лишь нѣсколькими примѣрами, иллюстрирующими способность высшихъ растеній къ активнымъ цѣлесообразнымъ движеніямъ, и прежде всего остановимся на водяномъ растеніи **валлиснеріи** — *Vallisneria spiralis* (см. рис. 103), въ клѣткахъ которой такъ хорошо можно видѣть движеніе свободной плазмы. Подводное растеніе это имѣетъ длинные, линейные, узкіе листья, погруженные въ воду, и двоякаго рода цвѣты. Женскіе цвѣты сидятъ на очень длинныхъ цвѣтоножкахъ, которыя ко времени распусканія цвѣтка еще болѣе удлиняются и выносятъ женскій цвѣтокъ на поверхность воды. Тройной околоцвѣтникъ цвѣтка (см. рис. 104) распускается и, въ видѣ трехъ связанныхъ между собою лодо-

чекъ, плавае́тъ на водѣ, а среди трехъ листиковъ около-
цвѣтника высовываются наружу три крупныхъ рыльца цвѣтка.
Мужскіе цвѣты группами развиваются подъ водою на корот-

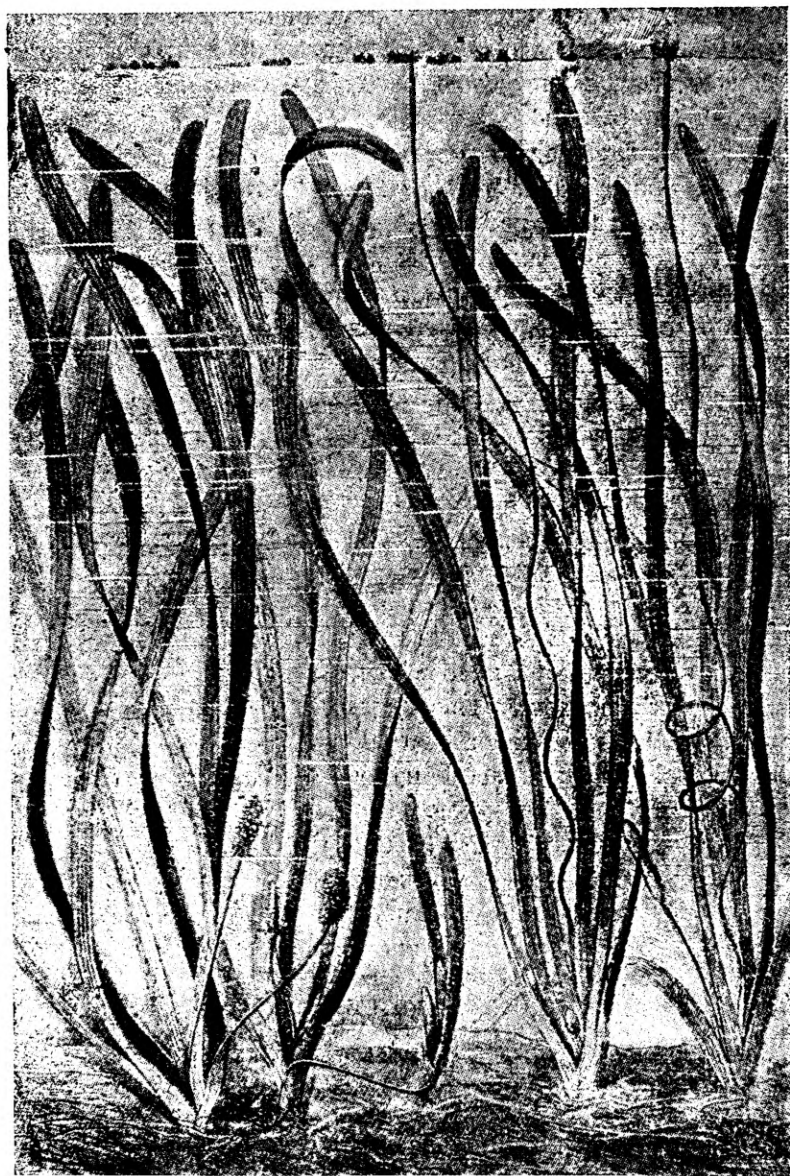


Рис. 103. Валлиснерія — *Vallisneria spiralis*. Справа женскіе экзем-
пляры, слѣва — мужскіе.

кой цвѣточной оси (см. рис. 103). Но ко времени распусканія ихъ они отрываются отъ короткихъ своихъ цвѣтоножекъ и клубочками пассивно всплываютъ на поверхность воды (см. рис. 104). Здѣсь мужскіе цвѣты раскрываются тоже тремя створками; каждая створка представляетъ какъ бы лодочку, съ килемъ, а между этими створками выглядываютъ наружу пыльники тычинокъ валлиснеріи. Вѣтромъ и волнами пассивно переносятся мужскіе цвѣты по водѣ, иногда на далекое разстояніе. Такимъ образомъ могутъ они подплыть къ

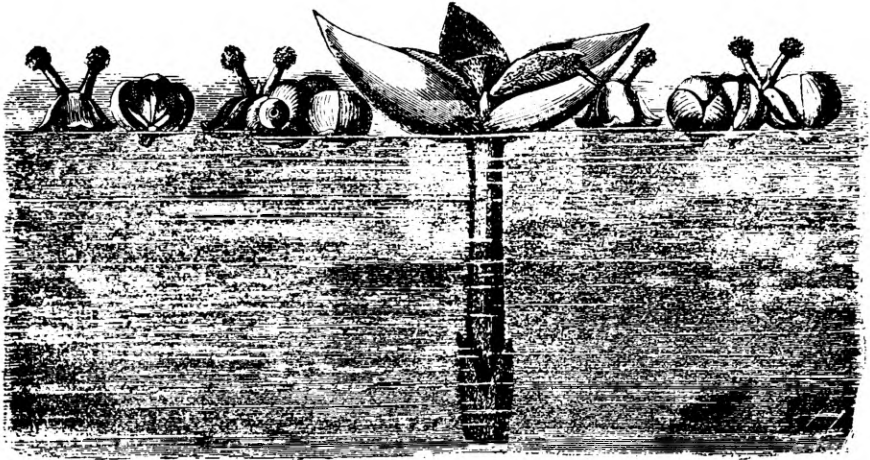


Рис 104. Цвѣты валлиснеріи (*Vallisneria spiralis*), плавающие на поверхности воды. Посрединѣ женскій цвѣтокъ. По обѣ стороны его нѣсколько мужскихъ цвѣтовъ въ различныхъ стадіяхъ развитія. Одинъ мужской цвѣтокъ (справа) пыльникомъ тычинки прикасается къ рыльцу женскаго цвѣтка и оставляетъ на немъ свою пыльцу.

женскимъ цвѣткамъ, а тѣ и другіе устроены такъ, что пыльники съ пыльцею легко могутъ коснуться торчащихъ наружу рыльцевъ и произвести опыленіе женскаго цвѣтка. Какъ только опыленіе это произошло, женскій цвѣтокъ складываетъ свои покроволистки, а длинная цвѣтоножка женскаго цвѣтка, на которой, какъ на привязи, плаваль дотолѣ женскій цвѣтокъ на поверхности воды, начинаетъ теперь спирально скручиваться (см. рис. 103) и уносить оплодотворенный женскій цвѣтокъ на дно водоема, гдѣ и происходитъ далѣе созрѣваніе плода и сѣмянъ этого растенія. Итакъ, цвѣтоножка женскаго цвѣтка валлиснеріи способна воспринимать раздраженія и реагировать на эти раздраженія извѣст-

ными и при томъ цѣлесообразными движеніями. Сначала цвѣтоножка эта обладаетъ положительнымъ фототропизмомъ и тянется къ свѣту, на поверхность воды. Это необходимо растенію и вполнѣ цѣлесообразно, ибо только на поверхности воды можетъ произойти опыленіе женскаго цвѣтка. Самъ актъ опыленія производитъ новое раздраженіе, воспринимаемое женскимъ цвѣткомъ и его цвѣтоножкой и вызывающее соотвѣтствующія цѣлесообразныя движенія: складываніе листиковъ околоцвѣтника и спиральное скручи-

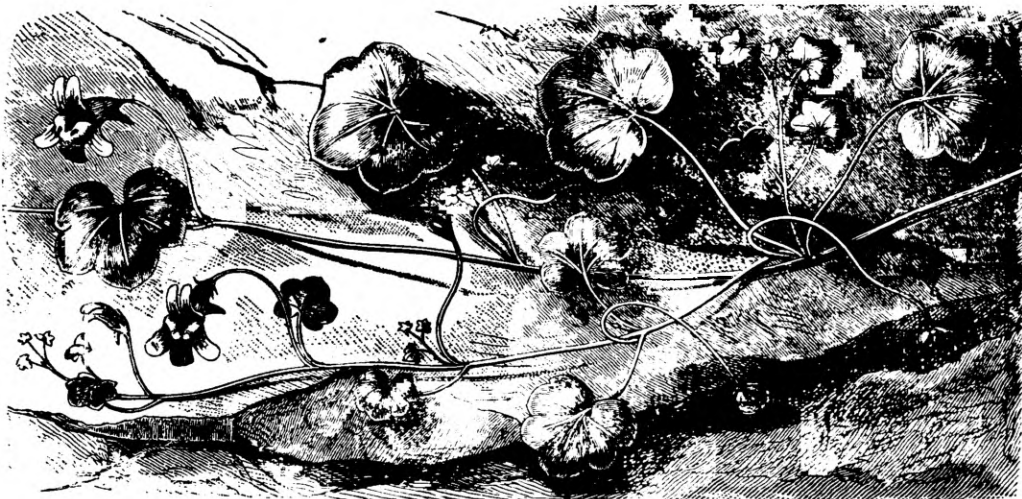


Рис. 105. Ляньянка — *Linaria Cymbalaria*, запрятывающая сѣмена свои въ трещины скалы.

ваніе цвѣтоножки. Въ результатѣ женскій цвѣтокъ уносится подъ воду, гдѣ имѣются лучшія условія для развитія и созрѣванія плодовъ и сѣмянъ.

Другой аналогичный примѣръ представляетъ небольшое нѣжное сухопутное растеніе — ляньянка, *Linaria Cymbalaria* (см. рис. 105), растущее среди тѣнистыхъ скалъ европейскихъ горъ (напримѣръ, въ Альпахъ). Во время цвѣтенія этого растенія, цвѣтоножки его изогнуты дугою по направленію къ свѣту, и цвѣты *Linaria* хорошо выдѣляются отъ скалъ и издали видны насѣкомымъ, которыя, прилетая къ цвѣтамъ этимъ за медомъ, попутно переносятъ съ одного цвѣтка на другой пыльцу и производятъ перекрестное ихъ опы-

леніе. Но какъ только опыленіе произошло, вѣнчикъ цвѣтка завядаетъ и падаетъ, а цвѣтоножка его начинаетъ производить весьма интересное и цѣлесообразное движеніе. Будучи сначала положительно фототропична, цвѣтоножка оплодотвореннаго цвѣтка дѣлается отрицательно фототропичной. Она поворачивается теперь отъ свѣта и, продолжая расти и при томъ загибаться по направленію къ скалѣ, а не отъ скалы,

какъ раньше, растетъ до тѣхъ поръ, пока не запрячетъ созревающий плодъ въ одну изъ трещинъ скалы (см. рис. 105). Здѣсь плодъ окончательно созреваетъ, сѣмена высыпаются и какъ разъ попадаютъ, слѣдовательно, въ расщелины скалы, гдѣ они и прорастаютъ затѣмъ. Это приспособленіе весьма цѣлесообразно, потому что, если бы сѣмена не попали въ трещины скалы, а высыпались бы у основанія ея, гдѣ

обыкновенно буйно растетъ иная растительность, то выросшія изъ такихъ сѣмянъ растенюца были бы заглушены другими растеніями, а сами собою сѣмена въ расщелины скалъ никоимъ образомъ попасть не могутъ. Между тѣмъ *Linaria Cymbalaria* всегда растетъ по скаламъ, укореняясь слабыми корешками своими въ ихъ трещинахъ.

Кромѣ цѣлесообразности движеній цвѣтоножекъ *Vallisneria spiralis* и *Linaria Cymbalaria*, движенія эти замѣчательны еще вотъ почему: въ обоихъ случаяхъ мы видимъ передачу раздраженія, совершенно такую же, какъ въ животныхъ организмахъ. Животное воспринимаетъ какое либо

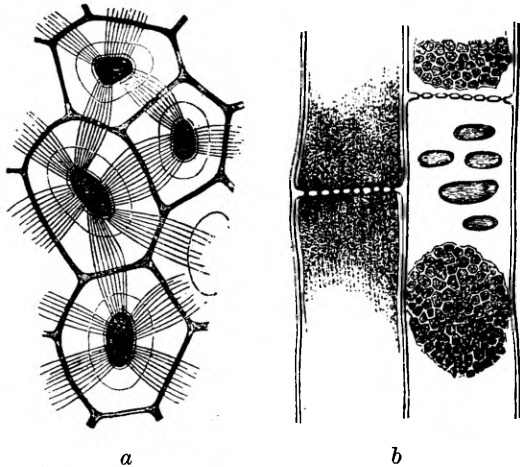


Рис. 106. Соединеніе живого содержимаго сосѣднихъ клѣтокъ при помощи живыхъ плазматическихъ нитей: *a* — группа клѣтокъ изъ сѣмени чилибухи; протопласты сосѣднихъ клѣтокъ соединены другъ съ другомъ тонкими плазматическими нитями, точно телеграфными проволоками; *b* — ситовидныя трубки; поперечныя и часть боковыя перегородки ихъ продырявлены, какъ сито, и черезъ эти отверстія плазматическое содержимое сосѣднихъ трубокъ находится во взаимномъ соприкосновеніи.

виѣшнее раздраженіе своими органами чувствъ — зрѣнія, обонянія, осязанія и т. д. Раздраженіе по нервамъ передается въ мозгъ, а оттуда въ соотвѣтствующіе органы движенія, и затѣмъ за раздраженіемъ слѣдуетъ какое-либо движеніе животного. У растений нѣтъ особыхъ органовъ чувствъ или особыхъ спеціальныхъ органовъ движенія, нѣтъ нервной системы, ни центральной, ни передаточной. И тѣмъ не менѣе, по существу, движенія цвѣтоножекъ *Vallisneria* и *Linaria* происходятъ такъ же, какъ и у животныхъ. Возбудителемъ этого



Рис. 107. Мухоловка (*Dionaea muscipula*) на торфяномъ болотѣ въ Сѣверной Америкѣ.

движенія является въ данныхъ случаяхъ оплодотворяющая пыльца растенія. Эта пыльца попадаетъ на рыльце цвѣтка и производитъ раздраженіе, которое передается цвѣтоножкѣ, и цвѣтоножка соотвѣтствующимъ образомъ и при томъ разнореагируетъ на раздраженія, производя хотя и медленныя, но все же ясно замѣтныя и цѣлесообразныя движенія. У *Vallisneria* она скручивается, у *Linaria* *Cymbalaria* загибается по направленію къ трещинѣ скалы. Хотя спеціальной нервной системы у растений, конечно, нѣтъ, но и воспринимать раздраженія, и передавать ихъ, и производить опредѣленное движеніе растеніе можетъ только потому, что соотвѣтствующія части его тѣла построены изъ живыхъ клѣтокъ, и плазма каждой клѣтки можетъ чувствовать, реагировать и передавать раздраженіе, а также производить движенія. Части растений, построенныя изъ клѣтокъ мертвыхъ (а такихъ мертвыхъ клѣтокъ, лишенныхъ первоначально бывшихъ въ нихъ живыхъ протопластовъ, у растений тоже немало), ни воспринимать раздраженія, ни

передавать ихъ, ни реагировать на нихъ активными движеніями не могутъ. Кора деревьевъ или старыя вѣтви, напримѣръ, ни чувствовать, ни активно двигаться не могутъ. А описанныя цвѣтоножки производятъ подъ вліяніемъ раздраженія рыльца цвѣтка активныя цѣлесообразныя движенія только потому, что онѣ построены изъ живыхъ клѣтокъ. При этомъ надо замѣтить еще, что хотя каждая живая плазма клѣтки и отдѣлена отъ плазмы сосѣдней клѣтки мертвой неживой оболочкой, но живыя плазмы даннаго растенія находятся между собою въ непосредственномъ соединеніи при помощи цѣлой системы очень тонкихъ плазматическихъ нитей, соединяющихъ другъ съ другомъ плазмы сосѣднихъ клѣтокъ, какъ телефонныя или телеграфныя проволоки или какъ нервы у животныхъ (см. рис. 106). Эти плазматическія тонкія нити черезъ поры клѣточной оболочки соединяютъ живые протопласты клѣтокъ другъ съ другомъ, и по нимъ то, по этимъ нитямъ, и передается, очевидно, воспринятое въ одномъ мѣстѣ раздраженіе до того мѣста, гдѣ раздраженіе это выражается въ видѣ движенія, напримѣръ, скручиванія цвѣтоножки или ея изгиба въ сторону трещины скалы.

Въ Сѣверной Америкѣ, на болотахъ водится растеніе, называемое мухоловкой (*Dionaea muscipula*). Это растеніе имѣетъ розетку прикорневыхъ листьевъ (см. рис. 107) оригинальнаго устройства. Широкій листовидный черешокъ мухоловки заканчивается пластинкой, состоящей изъ двухъ половинокъ, соединенныхъ по среднему нерву, какъ на шарнирѣ. Края каждой половинки имѣютъ зубцы (см. рис. 108), посрединѣ же каждой половинки листовой пластинки имѣется три чувствительныхъ волоска. У волосковъ этихъ особенно чувствительно основаніе ихъ, состоящее изъ ряда живыхъ тургоресцирующихъ клѣтокъ, т. е. клѣтокъ, обильно наполненныхъ клѣточнымъ сокомъ, сильно распирающимъ

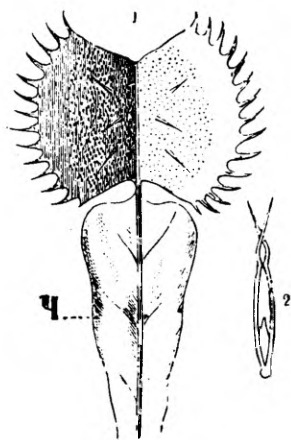


Рис. 108. Листъ мухоловки (*Dionaea muscipula*): 1 — раскрытый листъ; ч — черешокъ листа; на каждой половинкѣ пластинки листа видно по три чувствительныхъ волоска; 2 — закрытый (захлопнувшійся) листъ въ поперечномъ разрѣзѣ.

стѣнки этихъ клѣтокъ и ихъ живое содержимое. Если какимъ-нибудь предметомъ, на примѣръ, щетинкой дотронуться до основанія одного изъ этихъ волосковъ, то листь мухоловки моментально складывается по срединной жилкѣ своей, какъ на шарнирѣ, какъ складывается, на примѣръ, двустворчатая раковина моллюска при прикосновеніи къ самому моллюску. Мы видимъ здѣсь опять воспріятіе раздраженія, передачу раздраженія шарниру листа и движеніе — складываніе обѣихъ створокъ листа мухоловки. При этомъ складываніи листа, происходящемъ обыкновенно весьма быстро, зубцы и острія краевъ листа приходятся другъ между другомъ, и обѣ половинки листа складываются на манеръ того, какъ бы сложились двѣ ладони руки, просунувъ пальцы одной ладони между пальцами другой.



Рис. 109. *Desmodium (Hedysarum) gyrans*: расположеніе листьевъ на стеблѣ днемъ (I) и ночью (II).

Получается такимъ образомъ

совершенно замкнутое пространство между двумя половинками листа мухоловки (см. рис. 108, фиг. 2). Движеніе листа мухоловки происходитъ подъ вліяніемъ механическаго раздраженія (простого прикосновенія) одного изъ чувствительныхъ волосковъ его, и движеніе это вполне цѣлесообразно, ибо такимъ образомъ ловитъ американская мухоловка насѣкомыхъ и, заключивъ ихъ въ полость между двумя половинками листа, затѣмъ перевариваетъ пойманное насѣкомое и питательныя вещества всасываетъ въ свое тѣло. Мухоловка не только ловитъ, но и питается насѣкомыми, и питаніе это ей безусловно полезно, ибо, какъ показали опыты, мухоловки, культивируемыя, на примѣръ, подъ сѣтчатыми колпаками, черезъ которые насѣкомыя не могутъ попасть къ мухоловкѣ, растутъ хуже мухоловокъ, культивируемыхъ прямо

на воздухѣ и имѣющихъ возможность заниматься своей оригинальной охотой. Такія мухоловки, лишенныя мясной пищи, не только хуже растутъ, но слабѣе цвѣтутъ, приносятъ меньше сѣмянъ, сѣмена ихъ легче, и потомство, выращенное изъ сѣмянъ мухоловокъ, лишенныхъ скоромной пищи, слабѣе, хуже развивается дальше. Слѣдовательно, мухоловкамъ нужна животная пища, въ видѣ насѣкомыхъ, и онѣ обладаютъ органами улавливанія насѣкомыхъ. Интересно, что раздраженіе, вызванное сѣвшими на листь насѣкомыми, задѣвшими одинъ изъ чувствительныхъ волосковъ, передается отъ этого волоска не только средней части листа, шарниру его, производящему захлопываніе листа, но затѣмъ передается и особымъ имѣющимся въ листь желѣзкамъ. Какъ только листь мухоловки плотно закрылся, поймавъ насѣкомое, желѣзки листа, дотолѣ бездѣятельныя, начинаютъ функціонировать и выдѣляютъ особый сокъ, наполняющій теперь замкнутую полость листа. Сокъ этотъ по своему составу очень близокъ къ нашему желудочному соку, заключаетъ въ себѣ ферментъ — пепсинъ, переваривающій животныя бѣлки, и въ этомъ то сокъ, какъ въ желудкѣ животнаго, перевариваются пойманныя насѣкомыя. Затѣмъ, когда пищевареніе кончено, сокъ всасывается листомъ, листь раскрывается, а непереваренные остатки насѣкомаго, крылья, ножки, хитиновый покровъ сдуваются вѣтромъ. Листъ же снова готовъ ловить новое насѣкомое, которое будетъ имѣть неосторожность, сѣвъ на него, задѣтъ его чувствительные волоски.

Въ тропической Индіи, по сырымъ низменнымъ берегамъ священной рѣки Ганга растетъ растеніе изъ сем. мотыльковыхъ, называемое *Hedysarum (Desmodium) gyrans* (см. рис. 109). Листья его, какъ большинства мотыльковыхъ, сложные. На длинномъ главномъ черешкѣ сидитъ большой овальный срединный листочекъ, сочлененный съ главнымъ черешкомъ особенной сочленовой подушечкой, образованной живыми паренхиматическими сильно тургоресцирующими клѣтками, а сбоку главнаго черешка помѣщаются два очень маленькихъ листочка, тоже сочлененныхъ съ черешкомъ такими же маленькими сочленовыми подушечками. Растеніе это нерѣдко культивируется въ ботаническихъ садахъ; если въ оранжереѣ тепло и влажно, т. е., если условія вполнѣ

благоприятныя, то наблюдая *Hedysarum gyrans*, можно замѣтить слѣдующее явленіе: средній большой листъ его все время находится въ очень медленномъ движеніи, то опускаясь, то снова поднимаясь; боковые же маленькіе листочки тоже то попарно поднимаются, сходятся, то снова опуска-



Рис. 110. Стыдливая мимоза (*Mimosa pudica*). Справа листья всё сложены и опущены подъ влияніемъ затѣненія или механическаго раздраженія, прикосновенія. Слева листья въ расправленномъ и приподнятомъ состояніи. С — сочлененія главныхъ черешковъ съ стеблемъ.

ются, расходятся, и движенія ихъ значительно быстрѣе движенія срединнаго листа. Какой смыслъ и значеніе этого ритмическаго движенія, сказать трудно, но листья *Hedysarum* цѣлый день находятся въ такомъ періодическомъ движеніи. Подъ вечеръ растение засыпаетъ (см. рис. 109, II). Главный листъ опускается внизъ, боковые листочки тоже опускаются по бокамъ, и ночной видъ растенія совершенно иной, чѣмъ дневной. Смыслъ ночного положенія листьевъ въ *Hedysarum*

тотъ, что все растеніе какъ бы съеживается, уменьшаетъ свою лучеиспускательную поверхность и, слѣдовательно, меньше охлаждается ночью. Итакъ, листья этого растенія двигаются и чувствительны къ смѣнѣ дня и ночи. Многія растенія съ сложными листьями складываютъ ихъ на ночь, тѣмъ самымъ защищая себя отъ чрезмѣрнаго ночного лучеиспусканія, и, слѣдовательно, явленіе это не рѣдкое въ растительномъ царствѣ. Но ритмическое круговое движеніе листочковъ *Hedysarum* явленіе, на первый взглядъ, довольно

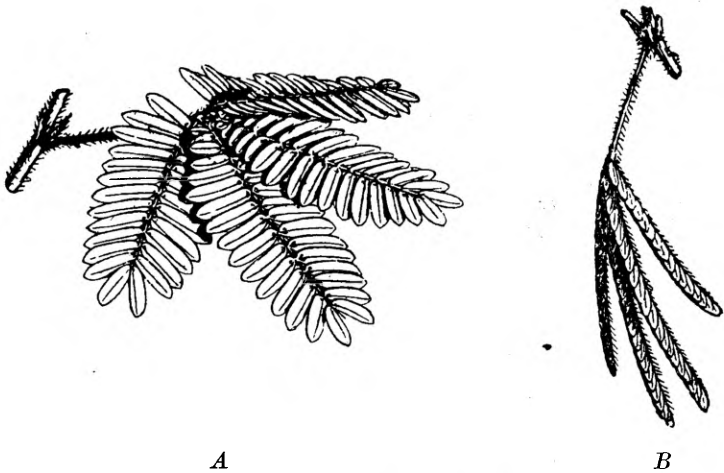


Рис. 111. Листъ стыдливой мимозы (*Mimosa pudica*) въ состояніи покоя (А) и послѣ раздраженія (В).

исключительное, и объяснить причину этого явленія мы пока не можемъ.

Еще любопытнѣе *Mimosa pudica* или **стыдливая мимоза** (см. рис. 110). Это растеніе имѣетъ сложные двояко-перистые листья. На главномъ черешкѣ листа, сочлененномъ со стеблемъ такими же сочленовными подушечками (С), какъ и у листьевъ *Hedysarum*, сидятъ обычно четыре боковыхъ стержня (см. рис. 111, А), сочлененныхъ съ главнымъ черешкомъ, а на каждомъ изъ этихъ стержней сидитъ большое количество мелкихъ листочковъ попарно, и каждый листочекъ прикѣпленъ къ стержню такимъ же сочлененіемъ. Если сильно встряхнуть растеніе, то это механическое раздраженіе производитъ слѣдующій эффектъ. Листочки поднимаются кверху и складываются, четыре стержня опускаются и сближаются

другъ съ другомъ, а главный черешокъ на мѣстѣ сочлененія его со стеблемъ опускается и пригибается къ стеблю (см. рис. 111, В). Все растеніе, потревоженное сильнымъ, напримеръ, сотрясеніемъ, какъ бы съеживается, складывается и приобретаетъ весьма жалкій видъ (см. рис. 110). Такое же складываніе листьевъ мимозы, безъ всякаго механическаго раздраженія, происходитъ ежедневно вечеромъ, и растеніе получаетъ такое же ночное положеніе (см. рис. 110), предохраняя себя отъ чрезмѣрнаго лучеиспусканія. Итакъ, движенія листьевъ мимозы, производимыя уменьшеніемъ тургора клѣтокъ во всѣхъ сочленовныхъ подушечкахъ, производятся двумя раздражителями: или механическимъ раздраженіемъ — толчкомъ, ударомъ, сотрясеніемъ, ожогомъ, или смѣною дня и ночи, т. е. силою свѣта. Явленія складыванія листьевъ мимозы очень интересны, ибо обнаруживаютъ, что воспріятіе раздраженій (чувствованіе) и движеніе у растений въ основѣ протекають такъ же, какъ и у животныхъ. Мы можемъ у *Mimosa pudica* наблюдать явленіе передачи раздраженія, столь характерное для воспріятія раздраженія животнымъ организмомъ. Если мы встряхнемъ не все растеніе сразу, а осторожно прикоснемся къ послѣдней парѣ листочковъ одного изъ 4-хъ стержней сложнаго ея листа или, еще лучше, обожгемъ послѣднюю пару листочковъ зажженной спичкой или солнечнымъ лучемъ черезъ зажигательное стекло, то увидимъ, что прежде всего сложится эта непосредственно воспріявшая на себя раздраженіе первая пара листочковъ; затѣмъ раздраженіе начнетъ медленно передаваться дальше вдоль стержня, и постепенно складываться будетъ одна пара листочковъ за другой, вплоть до основанія стержня. Какъ только раздраженіе дойдетъ до основанія стержня, оно дѣйствуетъ на сочлененія самого стержня и сосѣднихъ трехъ стержней, и одинъ за другимъ опускаются сначала первый раздраженный стержень, съ сложенными уже листочками, а за нимъ и три остальные стержня, съ листочками еще не сложенными. Теперь раздраженіе, если оно было довольно сильно, передается далѣе снизу вверхъ по остальнымъ тремъ стержнямъ и сверху внизъ по главному черешку листа. На остальныхъ трехъ стержняхъ начинаютъ попарно складываться листочки отъ основанія ихъ къ вершинѣ, главный черешокъ нѣкоторое время стоитъ въ приподнятомъ нормаль-

номъ своемъ положеніи, но вдругъ, черезъ нѣсколько времени, онъ наклоняется внизъ, и съ нимъ наклоняется весь сложный листъ и пригибается къ стеблю; это значить, что раздраженіе дошло уже до сочленовой подушки, сочленяющей главный черешокъ со стеблемъ (С), и вслѣдствіе этого понизился тургоръ живыхъ клѣтокъ сочленовой подушки, и листъ опустился въ сочлененіи. Если полученное первой парой листочковъ раздраженіе было очень сильное, а растение чувствуетъ себя хорошо, то раздраженіе передается далѣе вверхъ и внизъ по стеблю, и, по прошествіи еще большаго времени, могутъ сложиться и слѣдующіе сидящіе по стеблю листья, но теперь складываніе идетъ въ обратномъ направленіи: сначала опускается весь листъ, вслѣдствіе опусканія главнаго черешка; черезъ нѣсколько времени опускаются и сближаются всѣ четыре стержня, и, наконецъ, попарно начинаютъ складываться листочки отъ основанія стержней по направленію къ ихъ вершинамъ.

По прошествіи нѣкотораго времени, какъ бы переживъ раздраженіе, мимоза снова расправляетъ свои листья, но, если мы ее потревожимъ, она снова ихъ сложитъ тѣмъ же порядкомъ. Можно повторять эти опыты много разъ, и мимоза при всякомъ механическомъ раздраженіи будетъ складывать свои листья. Но замѣчательно вотъ что: при повторныхъ раздраженіяхъ мимоза все лѣнивѣе складываетъ свои листья и, наконецъ, послѣ продолжительныхъ опытовъ перестаетъ реагировать на механическія раздраженія. Она переходитъ въ состояніе столбняка, *tetanus*'а. Она какъ бы устала и не воспринимаетъ раздраженія, не реагируетъ на нихъ движеніями. Ее можно тогда трясти, жечь, щипать, а она не складываетъ и не опускаетъ своихъ листьевъ.

Въ такое же состояніе столбняка, нечувствительности переходитъ мимоза, если ее захлороформировать или вообще подвергнуть дѣйствию анестезирующихъ веществъ. Если поставить мимозу подъ стеклянный колпакъ и тамъ же помѣстить губку, смоченную хлороформомъ или сѣрнымъ эфиромъ, то мимоза теряетъ способность чувствовать и складывать свои листья. Ее можно трясти, щипать, обжигать, чувствовать она этого не будетъ такъ же, какъ захлороформированный человѣкъ или животное.

Но вынеся на свѣжій воздухъ, можно вернуть мимозѣ

ея чувствительность; точно такъ же, давши отдохнуть мимозѣ, можно вернуть ей ея прежнюю чувствительность.

Чувствительность мимозы зависитъ также отъ внѣшней температуры и вообще отъ ея состоянія. Въ жаркой и влажной оранжереѣ она реагируетъ хорошо на раздраженія, въ болѣе холодной комнатѣ, въ болѣе сухомъ комнатномъ воздухѣ мимоза реагируетъ на раздраженія хуже.

Въ тропическихъ странахъ, гдѣ мимоза растеть въ лѣсахъ, складываніе ея листочковъ на ночь имѣетъ предохранительное значеніе отъ ночного лучеиспусканія, а складываніе листочковъ днемъ отъ механическихъ прикосновеній помогаетъ мимозѣ спастись, на примѣръ, отъ насѣкомыхъ. Если вредное насѣкомое садится на листь мимозы, то листь отъ прикосновенія этого складывается и либо сбрасываетъ насѣкомое, либо пугаетъ его, и насѣкомое улетаетъ. Подъ тропиками не рѣдки сильные проливные дожди, крупныя капли которыхъ могли бы повредить нѣжной листвѣ мимозы. Но при первыхъ же дождевыхъ капляхъ листь мимозы отъ механическаго прикосновенія складываются, и дождевыя капли стекаютъ съ нихъ, не производя такихъ механическихъ поврежденій, которыя могли бы получиться, если бы листь мимозы оставались не сложенными.

Лекція десятая.

Движенія высшихъ растеній. Общія явленія движенія, свойственныя высшимъ растеніямъ.

Описанные на прошлой лекціи примѣры представляютъ не единственные исключительные случаи воспріятія раздраженій (чувствованія растеній) и реагированія на эти раздраженія тѣми или иными движеніями, и притомъ движеніями цѣлесообразными, полезными растенію. Описанные примѣры представляютъ лишь болѣе рѣзко выраженные случаи общаго явленія, свойственнаго всѣмъ высшимъ и низшимъ растеніямъ. Всѣ растенія чувствуютъ, воспринимаятъ различныя раздраженія; сила свѣта, сила земного притяженія, гальванической токъ, электричество, химическіе растворы и т. д., и т. д., все это воспринимается живыми растеніями, живыми ихъ органами, какъ раздражители, все это передается другимъ органамъ, и въ результатѣ являются различныя цѣлесообразныя движенія растеній. Воспринимать раздраженія могутъ лишь части растеній, состоящія изъ живыхъ клѣтокъ, наполненныхъ протоплазмой, а производить движенія могутъ лишь такіе органы растенія, которые либо еще растутъ и состоятъ изъ живыхъ растущихъ и дѣлящихся клѣтокъ, либо которые, хотя и выросли уже, но состоятъ изъ живыхъ сильно тургоресцирующихъ клѣтокъ. Пониженіе или повышеніе тургора клѣтокъ, т. е. увеличеніе или уменьшеніе въ живыхъ клѣткахъ такихъ клѣ-

точного сока, вызываетъ различное измѣненіе въ напряженіи тканей соотвѣтствующей части растенія, и подъ вліяніемъ такого измѣненія въ напряженіи и растяженіи тканей, данный органъ измѣняетъ свое положеніе, двигается. Въ этомъ состоитъ механизмъ движенія частей тѣла растеній, и мы можемъ соотвѣтственно этому различать у растеній **движенія ростовыя**, какъ, на примѣръ, въ цвѣтоножкахъ *Vallisneria* или *Linaria Cymbalaria*, или **тургоровыя**, какъ на примѣръ, у листьевъ *Mimos*'ы или *Hedysarum*'а. Сами же движенія различныхъ органовъ растеній или могутъ быть вызваны внѣшними условіями, раздраженіями, и такія движенія называются **паратоническими**, либо движенія эти могутъ происходить отъ внут-

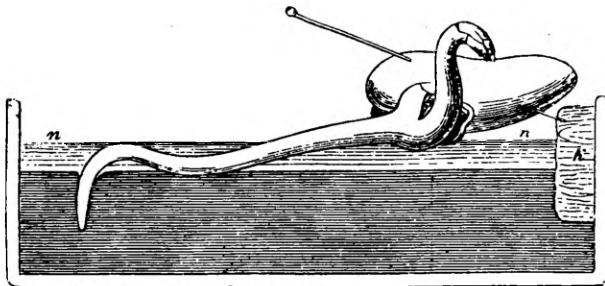


Рис. 112. Корешокъ проростка бобовъ, врастающій подъ вліяніемъ геотропизма въ ртуть и преодолюющій значительное при этомъ сопротивленіе (силы тяжести ртути).

реннихъ, намъ еще неизвѣстныхъ причинъ, и такія движенія называются **самопроизвольными** или **нутаціонными движеніями**. **Паратоническія** движенія производятся всѣми растеніями подъ вліяніемъ, на примѣръ, солнечныхъ лучей — это называется **геліотропизмомъ**, подъ вліяніемъ силы тяжести — это будетъ **геотропизмъ**, подъ вліяніемъ влажности — **гидротропизмъ**, подъ вліяніемъ измѣненія температуры — **термотропизмъ**, подъ вліяніемъ механическаго раздраженія отъ прикосновенія и т. д. Паратоническія движенія могутъ быть и ростовыя, и тургоровыя. Каждому изъ васъ извѣстно, что корень растенія растетъ подъ вліяніемъ силы тяжести внизъ, а стебель вверхъ. Корень положительно геотропиченъ, а стебель отрицательно геотропиченъ. Если молодой ростокъ вывести изъ его нормальнаго по отношенію къ силѣ тяжести положенія, помѣстивъ его горизонтально,

то мы вскорѣ замѣтимъ, что при дальнѣйшемъ ростѣ корень подѣ влияніемъ силы тяжести начнетъ изгибаться все же внизъ, а стебель наверхъ (см. рис. 112); тотъ и другой органъ произведутъ соотвѣтствующіе геотропическіе изгибы. При этомъ корень растетъ внизъ съ значительной силой, преодолевая, на примѣръ, сопротивление ртути и вонзаясь въ нее своей верхушкой, какъ видно изъ опыта, изображеннаго на рис. 112. Интересно также отмѣтить, что положительный геотропическій изгибъ корня образуется въ мѣстѣ наиболѣе сильнаго роста корня, а это мѣсто находится на нѣкоторомъ разстояніи отъ верхушки корня (см. рис. 113 и 114), воспринимаетъ же корень геотропическое раздраженіе непосредственно своей верхушкой, такъ что, если отрѣзать самую верхушку корня и затѣмъ измѣнить его положеніе по отношенію къ силѣ тяжести, то корень будетъ расти въ первоначальномъ направленіи, воспринятомъ верхушкой корня, и не будетъ изгибаться внизъ; если же первоначально положить корень,

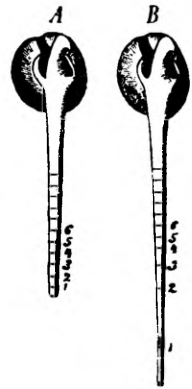


Рис. 113. Распределеніе роста въ корешкѣ гороха.

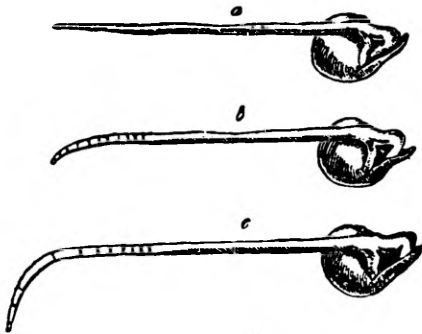


Рис. 114. Геотропическій изгибъ горизонтально положеннаго корешка гороха, раздѣленнаго при вершинѣ черточками туши на первоначально равныя дѣленія.

на примѣръ, горизонтально и по прошествіи нѣкотораго времени его обезглавить, лишитъ верхушки, то все же геотропическій изгибъ корня въ точкѣ наиболѣе усиленнаго его роста получится. Мы видимъ и здѣсь, что растеніе имѣетъ особые органы для воспріятія раздраженія и передаетъ эти раздраженія дальше въ тѣ органы или части его, которые производятъ движеніе. У корня органомъ, воспринимающимъ раздраженіе силы тяжести, является его верхушка. По Габерланду и Нѣмцу это воспринимающее силу тяжести значеніе верхушки корня объясняется слѣдующимъ образомъ: въ самой верхушкѣ корня имѣются клѣтки, обильно напол-

дять движеніе. У корня органомъ, воспринимающимъ раздраженіе силы тяжести, является его верхушка. По Габерланду и Нѣмцу это воспринимающее силу тяжести значеніе верхушки корня объясняется слѣдующимъ образомъ: въ самой верхушкѣ корня имѣются клѣтки, обильно напол-

ненные крахмальными зернами (см. рис. 115, *Кр*). Эти крахмальныя зерна располагаются, въ силу тяжести, на нижнихъ сторонахъ клѣтокъ корня и производятъ опредѣленныя давленія на различно чувствительныя мѣста кожистаго слоя живой протоплазмы, которая и воспринимаетъ это раздраженіе. Корень растетъ при этомъ вертикально внизъ. Если мы положимъ корень горизонтально, напримѣръ, то зерна крахмала, въ силу тяжести, перекаются на боковыя стѣнки клѣтокъ и начнутъ давить на иныя чувствительныя мѣста кожистаго слоя протоплазмы, производя непривычныя для протоплазмы этихъ клѣтокъ раздраженія.

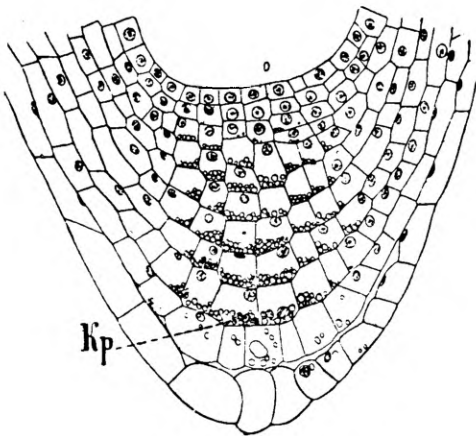


Рис. 115. Продольный разрѣзъ черезъ кончикъ корня. *Кр* — зернышки крахмала на нижнихъ стѣнкахъ клѣтокъ.

Раздраженія эти черезъ сосѣднія клѣтки передаются въ тѣ клѣтки, которыя усиленно растутъ, и въ результатѣ получается временно неравномерный ростъ клѣтокъ и тканей. Верхняя часть горизонтально лежащаго корня растетъ тогда быстрѣе нижней, вслѣдствіе чего и получается на нѣкоторомъ разстояніи отъ вер-

хушки корня характерный геотропическій изгибъ, и корень возвращается въ свое первоначальное положеніе, растетъ вертикально внизъ.

Каждому изъ васъ извѣстно также, что листья растений направляются къ свѣту. Въ комнатахъ, напримѣръ, многія комнатныя растенія поворачиваютъ листья свои къ окну, къ свѣту. Это — движенія геліотропическія. Если растеніе повернуть листьями внутрь комнаты, отъ окна, то они постепенно снова поворачиваются къ окну, къ свѣту. Здѣсь раздражителемъ является свѣтъ, вызывающій соотвѣтствующія хотя м. б. и медленныя движенія листьевъ и стеблей по направленію къ свѣту (см. рис. 116). Листья и стебли нашихъ растений положительно геліотропичны, но корень отрицательно геліотропиченъ, и искус-

ственно освѣщенные корни растутъ отъ свѣта, производятъ отрицательный геліотропическій изгибъ (см. рис. 117).

Листья у растений располагаются такъ, чтобы получить наибольшее количество свѣта, откуда бы онъ ни падалъ. Въ такое положеніе листья растений приводятся, главнымъ образомъ, своими черешками; нѣсколько закручиваясь въ ту или иную сторону, они ставятъ листовыя пластинки въ наиболѣе выгодное положеніе по отношенію къ свѣту, образуя такъ называемую листовую мозаику (см. рис. 118). Ин-

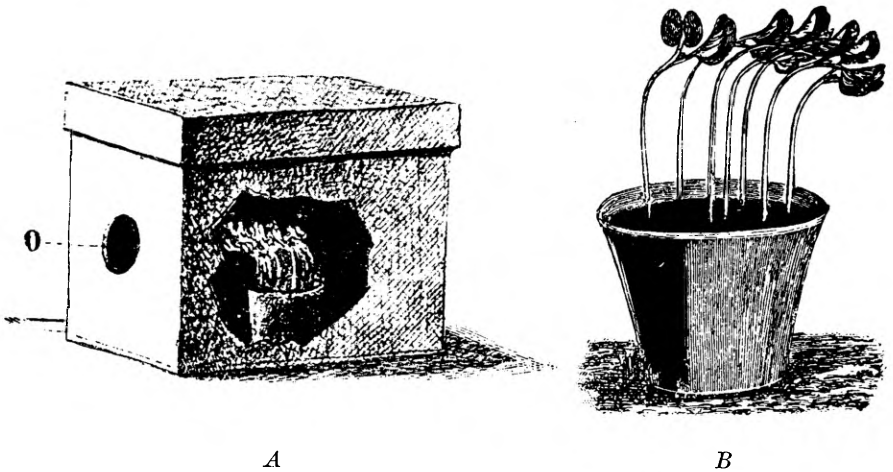


Рис. 116. *А* — темная камера для демонстраванія геліотропическихъ изгибовъ проростковъ; она сдѣлана изъ картона и внутри оклеена черной бумагой. *О* — отверстіе, черезъ которое падаетъ солнечный свѣтъ въ камеру на молодые проростки. Передняя стѣнка выломана, чтобы показать на рисункѣ направленіе геліотропическихъ изгибовъ проростковъ. *В* — проростки съмянъ капусты, образовавшіе геліотропическіе изгибы въ такой темной камерѣ.

тересно при этомъ, что у многихъ растений пластинка листа и черешокъ относятся различно къ свѣту; на примѣръ, у бегоніи необходимо, чтобы свѣтъ падалъ на листовую пластинку, дабы листъ приобрѣлъ надлежащее положеніе. Листовая пластинка бегоніи воспринимаетъ свѣтовые ощущенія, передаетъ ихъ листовому черешку, и тотъ, соотвѣтственнымъ образомъ изгибаясь, ставитъ листовую пластинку въ соотвѣтствующее положеніе по отношенію къ лучамъ свѣта. Если мы затѣнимъ листовую пластинку бегоніи такъ, чтобы свѣтъ не могъ болѣе освѣщать ее, то черешокъ не приведетъ никакихъ движеній, чтобы повернуть листъ, хотя бы

самъ и былъ освѣщенъ. Но, если мы снимимъ наше затѣнение и снова освѣтимъ пластинку листа, хотя бы съ иной стороны, чѣмъ раньше, то черешокъ начнетъ закручиваться и поставитъ листъ такъ, что онъ будетъ освѣщенъ наилучшимъ образомъ.

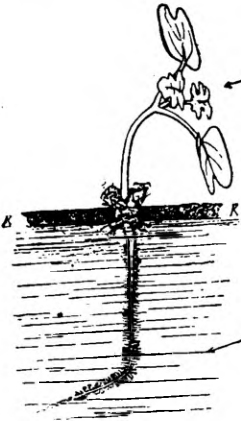


Рис. 117. Положительный гелиотропическій изгибъ стебля проростка горчицы и отрицательный гелиотропическій изгибъ его корня. Стрѣлки указываютъ направленіе лучей свѣта, падающихъ на стебель и корень проростка.

Но у нѣкоторыхъ растений оказывается чувствительнымъ къ свѣту и черешокъ, не только пластинка листа, и тогда такой черешокъ движеніями своими можетъ вывести пластинку изъ ея затѣннаго положенія.

У нѣкоторыхъ растений въ послѣднее время удалось обнаружить особые органы, воспринимающіе свѣтовые лучи и регулирующие положеніе листьевъ по отношенію къ свѣту, своего рода органы зрѣнія. Листья у растений одѣты обыкновенно тоненькой прозрачной кожицей, **эпидермой**, состоящей изъ живыхъ клѣтокъ, плотно прилегающихъ другъ къ другу. Между такими клѣтками у нѣко-

торыхъ растений, напримѣръ у колокольчиковъ, найдены особыя крупныя клѣтки съ чечевицеобразными утолщеніями на верхней сторонѣ клѣточной оболочки (см. рис. 119, Ч). Эти чечевички дѣйствуютъ, какъ двояковыпуклыя стекла, и, собирая падающіе на листъ свѣтовые лучи, ярко освѣщаютъ тотъ или иной участокъ живой протоплазмы; предпо-

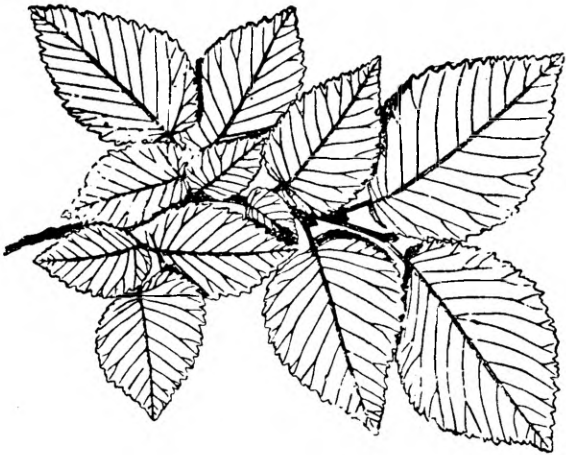


Рис. 118. Вѣтка вяза (*Ulmus*) съ листовой мозаикой. Листья всѣ расположились наиболѣе выгоднымъ образомъ по отношенію къ падающимъ на нихъ лучамъ свѣта.

лагають, что разныя части протоплазмы относятся при этомъ различно къ свѣту, и, слѣдовательно, что освѣщенная такимъ образомъ клѣтка можетъ различать измѣненія въ направленіи свѣта. Воспринявъ эти свѣтовые раздраженія, различая направленіе, откуда свѣтъ падаетъ на зрительную клѣтку, растение передаетъ это воспринятое раздраженіе дальше черезъ рядъ живыхъ клѣтокъ до тѣхъ клѣтокъ листового черешка, которыя въ силу ли неравномѣрнаго роста или измѣненнаго тургорнаго напряженія могутъ произвести соотвѣтствующія движенія черешка, а вмѣстѣ съ нимъ и всего листа, ставя его въ опредѣленное положеніе къ падающему на него свѣту.

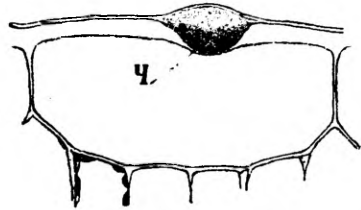


Рис. 119. Клѣтка кожицы колокольчика (*Campanula*): Ч — прозрачная чечевичка.

Не у всѣхъ растений органы воспріятія свѣта устроены такъ, какъ они только что описаны у колокольчика; у дру-

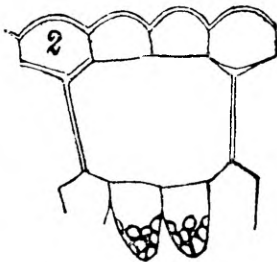
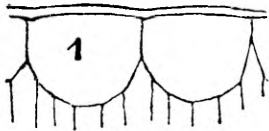


Рис. 120. Клѣтки кожицы, воспримчивыя къ свѣту.

гихъ растений они устроены проще; такъ, на примѣръ, нижняя сторона эпидермальныхъ клѣтокъ кожицы листа можетъ быть вогнутой (см. рис. 120, 1), вслѣдствіе чего при измѣненіи направленія падающихъ на листъ свѣтовыхъ лучей различныя части нижней стороны клѣтки освѣщаются неравномѣрно, чѣмъ и достигается различеніе направленія лучей падающаго свѣта; у другихъ растений верхняя поверхность эпидермальныхъ клѣтокъ выпукла (см. рис. 120, 2), вслѣдствіе чего при освѣщеніи получается такое же свѣтлое

пятно, какъ и въ клѣткахъ колокольчика съ чечевичеобразными утолщеніями, но менѣе рѣзкое.

Во всякомъ случаѣ многія растенія обладаютъ, какъ нынѣ выяснено, на листьяхъ своихъ органами воспріятія свѣта, своего рода глазами, органами зрѣнія; они передаютъ полученное свѣтовое возбужденіе въ соотвѣтственныя ткани, производящія движеніе листьевъ, въ черешки листа, и такимъ

образомъ ставятъ листья въ наиболѣе выгодное для нихъ положеніе по отношенію къ свѣту.

Гео- и гелиотропическія движенія особенно сильно распространены въ растительномъ царствѣ и обуславливаютъ развитіе и ростъ растений, ихъ внѣшній видъ, ихъ отноше-



Рис. 121. Сложный (тройной) листъ фасоли (*Phaseolus*): *A* — въ дневномъ, *B* — въ ночномъ положеніи.

ніе къ окружающей средѣ; но это не единственныя паратоническія движенія, свойственныя высшимъ растениямъ. Многія растения складываютъ на ночь свои листья, подобно *Hedysarum* и *Mimosa*, или цвѣты, и снова распускаютъ ихъ утромъ (см. рис. 121). Иногда вѣнчики цвѣтовъ такихъ складываются и



Рис. 122. Цвѣты бѣлой перелѣски (*Anemone nemerosa*) на солнцѣ (*B*) и въ пасмурную погоду (*A*).

и днемъ, если находитъ туча, грозитъ дождемъ, и снова раскрываются, когда засвѣтитъ солнце (см. рис. 122). Многія растения, снабженныя усиками, зацѣпляются усиками этими за различные предметы, производя иногда весьма сложныя паратоническія движенія, вызванныя прикосновеніемъ къ твердымъ предметамъ (см. рис. 123 и 124). Другіе раздражители также производятъ разныя движенія высшихъ растений или ихъ органовъ. Такъ замѣчено, что корни изъ сухихъ частей почвы направляются, подъ

вліяніемъ гидротропизма, къ болѣе влажнымъ, причемъ иногда имъ приходится расти даже вопреки геотропизму снизу вверхъ. Точно также, подъ вліяніемъ хемотропизма, корни пробираются въ мѣста почвы, болѣе богатая питательными веществами, и тамъ обильно вѣтвятся. Если мы, напримѣръ, въ горнюкъ положимъ слоями песокъ и перегнойную почву, то корни особенно обильно разовьются въ послѣдней и очень слабо въ песокъ. Однимъ словомъ, и

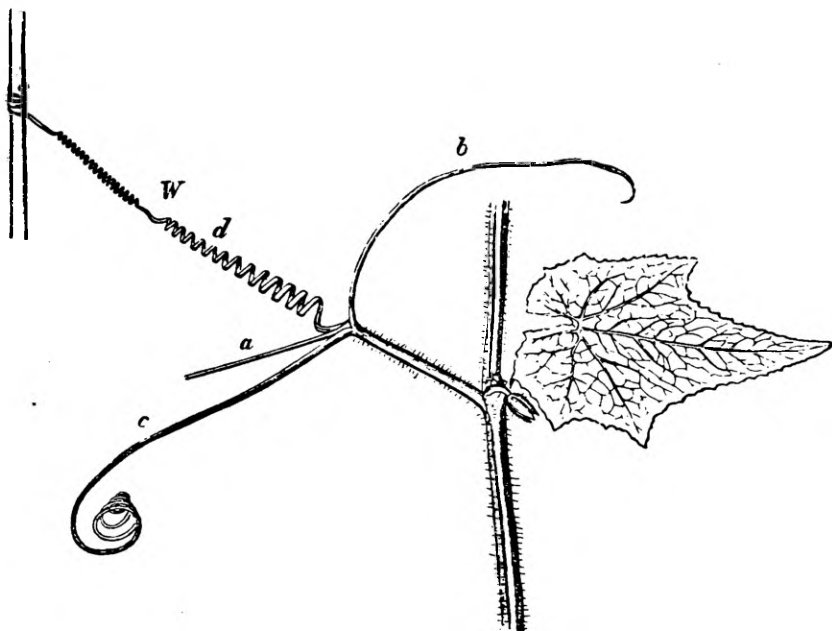


Рис. 123. Побѣгъ *Sicyos angulatus* съ усикомъ: *a*, *b*, *c*, *d* — развѣтвленія усика; *W* — мѣсто перехода одной спирали усика въ другую.

высшія растенія, какъ видимъ, способны воспринимать разнообразныя раздраженія, передавать полученное возбужденіе въ другія части и совершать подъ вліяніемъ возбужденія этого различныя цѣлесообразныя движенія. Явленія эти называются тропизмами. Они будутъ положительными, если совершаются по направленіи дѣйствующаго раздраженія, и отрицательными, если совершаются въ противоположномъ направленіи.

Но высшимъ растеніямъ свойственны не только движенія паратоническія, вызванныя. Высшія растенія производятъ, какъ уже сказано, также движенія самопроизволь-

ныя, и такія движенія такъ же, какъ и паратоническія, могутъ быть и ростовыми, и тургоровыми. **Самопроизвольныя движенія** растений происходятъ отъ внутреннихъ, намъ неизвѣстныхъ причинъ. Они замѣтнѣ всего у молодыхъ органовъ. Наблюденія Дарвина показали, что самопроизвольныя или нутаціонныя движенія выполняются всѣми вообще растущими частями растенія, причемъ ихъ верхушки растутъ не по прямой линіи,

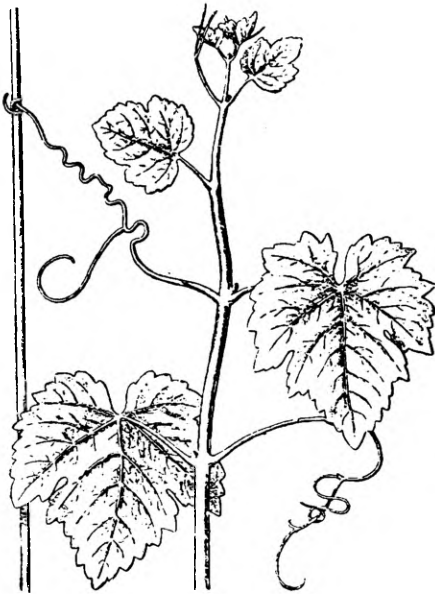


Рис. 124. Вѣтвь винограда съ вѣточками, измѣненными (метаморфозировавшимися) въ усики.

а описываютъ б. ч. неправильныя эллиптическія кривыя. Дарвинъ, подробнѣе изслѣдовавшій эти движенія, назвалъ ихъ **циркумнутаціей**. Б. ч. движенія эти такъ медленны, что невооруженнымъ глазомъ замѣтить ихъ нельзя, но иногда они проявляются съ болѣею скоростью и явственно замѣтны. Таковы, на примѣръ, нутаціи стеблей вьющихся растений (см. рис. 125), описанныя выше тургоровыя нутаціонныя движенія листьевъ *Hedysarum gyrans*, у котораго нутація мелкихъ боковыхъ листьевъ при благопріятныхъ условіяхъ во влажномъ и тепломъ воздухѣ, до 22—25° температуры,

происходитъ въ теченіи 1—3 минутъ одна нутація. У *Hedysarum* нутація эта не нарушается колебаніями въ освѣщеніи, хотя лучше всего замѣтна днемъ. Листочки нашего клевера (*Trifolium*) и кислицы (*Oxalis*), наоборотъ, нутируютъ только въ темнотѣ. Срединный листочекъ краснаго клевера (*Trifolium pratense*) совершаетъ въ темнотѣ свои качанія черезъ каждые 2—4 часа, описывая часто дугу болѣе, чѣмъ въ 120°; но днемъ качанія эти прекращаются, давая мѣсто опредѣленному положенію листочковъ по отношенію къ лучамъ падающаго свѣта. Въ послѣднее время Визнеръ, повторившій изслѣдованія Дарвина надъ нутаціонными

движеніями, показалъ, однако, что движенія эти, по его наблюденіямъ, свойственны далеко не всѣмъ растущимъ органамъ растеній, тамъ же, гдѣ они наблюдаются, они являются, по мнѣнію Визнера, будто бы результатомъ нѣкоторыхъ неправильностей роста этихъ органовъ. Какъ бы то ни было, но совершенно отрицать существованіе нутаціонныхъ движеній нельзя.

Какъ нутаціонныя, такъ и паратоническія движенія растеній въ общемъ очень медленны. Но представьте себѣ, что эти несомнѣнно существующія въ растительномъ царствѣ движенія ускорились бы въ 10 или въ 100 разъ. Мы тогда гуляли бы въ саду, а надъ нами вершины стеблей и вѣтвей деревьевъ описывали бы довольно значительныя эллипсисы въ воздухѣ, листья привѣтливо махали бы вверхъ и внизъ своими пластинками, какъ у *Hedysarum*'а, а въ землѣ, точно гигантскіе черви, корни рыли бы ямы, описывая подземные круги и эллипсисы. Они и теперь, эти корни, не прямо врастаютъ въ землю, а вращательными движеніями вкапываются въ нее; но при мысленномъ увеличеніи движеній этихъ въ сто разъ мы чувствовали бы, какъ копаются и копошатся корни растеній подъ землею. Гуляя въ такомъ саду, мы не сказали бы, что растенія только растутъ; нѣтъ, мы навѣрное взглянули бы на нихъ, какъ на тѣхъ же живыхъ существъ, что и животныя, существъ, которыя и чувствуютъ, и двигаются, воспринимаютъ раздраженія и реагируютъ на нихъ. Но таковыми и являются всѣ растенія на самомъ дѣлѣ. И чтобы проникнуться этимъ, намъ не надо мысленно въ сто разъ



Рис. 125. Вьющіяся стебли: А — хмеля (*Humulus Lupulus*), вьется вправо, В — вьюнка (*Convolvulus arvensis*), вьется влѣво.

растутъ; нѣтъ, мы навѣрное взглянули бы на нихъ, какъ на тѣхъ же живыхъ существъ, что и животныя, существъ, которыя и чувствуютъ, и двигаются, воспринимаютъ раздраженія и реагируютъ на нихъ. Но таковыми и являются всѣ растенія на самомъ дѣлѣ. И чтобы проникнуться этимъ, намъ не надо мысленно въ сто разъ

увеличивать скорость ихъ движенія, а совершенно достаточно познакомиться съ законами этихъ движеній. А законы эти тѣ же, что и въ животномъ царствѣ, какъ мы теперь видѣли на цѣломъ рядѣ примѣровъ, взятыхъ и изъ области низшихъ микроскопическихъ растеній, и изъ области растеній высшихъ, цвѣтковыхъ. Причиной же общности этихъ явленій въ животномъ и растительномъ царствѣ является все та же живая протоплазма, которая по основнымъ свойствамъ своимъ одинакова и у растеній, и у животныхъ, и которая, какъ тамъ, такъ и тутъ, обуславливаетъ клѣточное внутреннее строеніе всѣхъ организмовъ, живущихъ на земномъ шарѣ. Вотъ почему для дальнѣйшаго знакомства съ жизнью и строеніемъ растеній намъ надо подробнѣе изучить строеніе растительной клѣтки и не забывать, что растительная клѣтка построена совершенно такъ же, какъ и клѣтка животная.

Часть третья.

Растительная клетка и ткани.

Лекція одинадцатая.

Растительная клітка. Живыя составныя части клітки.

Типичная растительная клітка, какъ мы уже знаемъ, состоитъ изъ оболочки и внутренняго живого содержимаго, называемаго **протоплазмой**. Въ протоплазмѣ растительной клітки мы можемъ различить протоплазму собственно или цитоплазму и кліточное ядро (см. рис. 126).

Цитоплазма представляетъ сложное органическое азотистое вещество, называемое бѣлкомъ; по химическому составу своему она близка къ куриному бѣлку и состоитъ изъ водорода (*H*), кислорода (*O*), углерода (*C*) и азота (*N*); кромѣ того въ составъ цитоплазмы входитъ въ небольшомъ количествѣ сѣра (*S*). Цитоплазма не есть однако одно какое-нибудь опредѣленное бѣлковое соединеніе, а это смѣсь различныхъ азотистыхъ соединеній, находящихся постоянно въ неустойчивомъ равновѣсіи, постоянно разрушающихся и снова возстановляющихся. Вотъ почему въ цитоплазмѣ, кромѣ бѣлковыхъ соединеній, при химическихъ изслѣдованіяхъ обнаруживаются и продукты разложенія бѣлковыхъ соединеній, на примѣръ, различные амиды — аспарагинъ, глютаминъ; далѣе, въ цитоплазмѣ встрѣчаются въ небольшомъ количествѣ ферменты — діастазъ, пепсинъ, инвертинъ; въ нѣкоторыхъ случаяхъ попадаютъ также алкалоиды, и въ незначительномъ количествѣ минеральныя вещества. Живая цитоплазма имѣетъ обыкновенно щелочную реакцію. Отъ нагрѣванія, отъ дѣйствія абсолютнаго спирта или хромовой кислоты цито-

плазма свертывается, на подобіе тому, какъ свертывается, на примѣръ, куриный бѣлокъ, если его варить, и обращается въ крутой бѣлокъ. У высшихъ растений цитоплазма свертывается уже при температурѣ немного болѣе 50° Ц. У бактерій цитоплазма болѣе устойчива и свертывается



Рис. 126. Клѣтка изъ волоска тыквы.

только при температурѣ 75° . При этомъ цитоплазма теряетъ свои жизненные свойства. Въ покоящихся клѣткахъ, на примѣръ, въ спорахъ низшихъ растений или въ клѣткахъ сѣмянъ высшихъ растений цитоплазма, будучи очень густой и мало содержа въ себѣ воды, способна переносить еще болѣе высокія температуры, не теряя своей жизнеспособности и не свертываясь. Такъ, споры многихъ бактерій вы-

держиваютъ температуру до 105° Ц. Убитая цитоплазма, не измѣняя, повидимому, внутренняго строенія своего, легко окрашивается нѣкоторыми химическими реактивами, и тогда при большихъ увеличеніяхъ микроскопа можно изучать тончайшее строеніе такой окрашенной цитоплазмы. Растворъ іода окрашиваетъ цитоплазму въ буровато-желтый цвѣтъ, сѣрная кислота въ присутствіи сахара — въ розовый цвѣтъ, растворъ азотнокислой закись-окиси ртути, такъ называемый Миллоновъ реактивъ, — въ кирпично-красный цвѣтъ.

Цитоплазма полужидка, слизиста, тягуча и имѣетъ зернистое строеніе. Но основное вещество цитоплазмы стекловидно-прозрачно и называется **гіалоплазмой**. Если же гіалоплазма содержитъ много мельчайшихъ зернышекъ, то тогда она называется **зернистой плазмой**. Цитоплазма плотно пристаетъ совнутри къ клѣточной оболочкѣ, и въ мѣстѣ прикосновенія ея къ клѣточной оболочкѣ имѣется чрезвычайно тонкій, болѣе плотный слой беззернистой плазмы, называемый **пленчатымъ** или **кожистымъ** **слоемъ** или **дерматоплазмой**. Отъ вакуолей и клѣточного сока цитоплазма также отграничена безцвѣтной тонкой гіалоплазматической пленкой, называемой **вакуольной стѣнкой** или **тонопластомъ**. Эти стѣнки вакуолей отличаются особенно большою жизнеспособностью. Такъ, на примѣръ, въ то время какъ 10% растворъ азотной кислоты убиваетъ всю остальную цитоплазму, тонопласты или стѣнки вакуолей остаются еще живыми.

Мельчайшія зернышки, находящіяся въ зернистой плазмѣ, называются **микрозомами** (см. рис. 126). Они различны по своему составу и отчасти представляютъ минимальнѣйшей величины пузырьки, наполненные растворимыми веществами и называемые **фюзоидами**.

Стѣнкоположный слой цитоплазмы всюду плотно прилегаетъ къ внутренней поверхности клѣточной оболочки и иногда бываетъ настолько тонкимъ, что его почти невозможно замѣтить подъ микроскопомъ. Но если подѣйствовать на такую клѣтку водоотнимающими веществами, на примѣръ, растворомъ сахара, соли и т. п., то такой тончайшій слой, стѣнкоположной цитоплазмы отстаетъ отъ клѣточной оболочки, съеживается въ шаръ или эллипсоидъ и образуетъ какъ бы плазматическій мѣшечекъ съ болѣе сгущеннымъ клѣточнымъ сокомъ внутри, отдѣлившійся отъ клѣ-

точной оболочки. Гуго фонъ Моль назвалъ такой плазматическій мѣшечекъ **первичнымъ мѣшечкомъ**, а все это явление называется **пласмолизомъ** (см. рис. 127). Если снова промыть дистиллированной водой такую пласмолизованную клѣтку, то она вновь вбираетъ въ свою полость воду, первичный мѣшечекъ растягивается и снова плотно пристаетъ къ стѣнкамъ клѣтки. Живая цитоплазма пропускаетъ черезъ себя воду и многія растворенныя въ водѣ вещества,

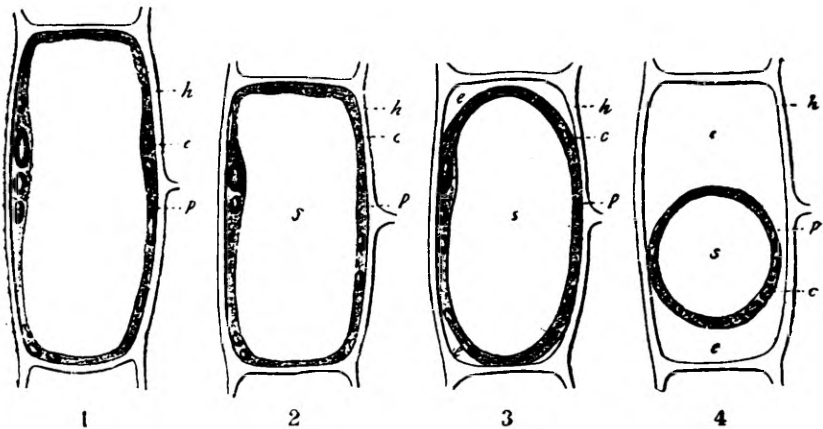


Рис. 127. Пласмолизъ растительной клѣтки. 1 — тургоресцирующая клѣтка; 2 — начало пласмолиза, выражающееся въ уменьшеніи тургорнаго растяженія клѣточной оболочки, вслѣдствіе чего уменьшился объемъ клѣтки; 3 — дальнѣйшая стадія пласмолиза: цитоплазма отдѣляется отъ оболочки; 4 — пласмолизованная клѣтка: цитоплазма образуетъ шаровидный комочекъ въ полости клѣтки. Во всѣхъ фигурахъ: *h* — клѣточная оболочка, *p* — цитоплазма, *c* — хлоропласты, *s* — центральная вакуоля или соковое пространство, наполненное клѣточнымъ сокомъ.

но она не пропускаетъ черезъ себя нѣкоторыхъ красящихъ веществъ, хотя бы вещества эти въ водѣ и растворялись. Но мертвая плазма пропускаетъ черезъ себя и красящія вещества. Если взять кусочекъ свеклы, состоящій изъ живыхъ клѣтокъ, имѣющихъ въ клѣточномъ сокѣ своемъ растворенное красное вещество, и положить кусочекъ этотъ въ пробирку съ водою, то какъ бы долго ни лежалъ кусочекъ этотъ въ водѣ, вода въ красный цвѣтъ не окрасится, ибо каждый первичный мѣшечекъ клѣтки, заключающій внутри себя красный сокъ, не пропускаетъ это красящее вещество. Стоитъ однако вскипятить или даже просто нагрѣть пробирку нашу до 50—55° Ц., какъ тотчасъ же вода въ про-

биркѣ окрасится въ красный цвѣтъ. Нагрѣвая пробирку, мы убиваемъ цитоплазму въ клеткахъ свеклы, и мертвая цитоплазма, не измѣнивъ своего видимаго строенія, однако же измѣняетъ свои свойства и, между прочимъ, теперь легко пропускаетъ красящія вещества. Убить цитоплазму можно, кромѣ нагрѣванія, кислотой или щелочью.

Если въ химическомъ отношеніи цитоплазма представляетъ не однородное вещество, а смѣсь различныхъ сложныхъ азотистыхъ соединений, то и въ морфологическомъ отношеніи она на самомъ дѣлѣ не такъ проста, какъ кажется съ перваго взгляда. Это не просто прозрачная, слизистая тягучая масса съ зернышками (микророзомами) внутри, болѣе или менѣе обильно пропитанная водою. Цитоплазма имѣетъ, повидимому, опредѣленное морфологическое строеніе, изучить которое можно при очень сильныхъ увеличеніяхъ микроскопа и примѣненіи различныхъ окрашивающихъ реактивовъ, какъ выше упомянутыхъ, такъ и иныхъ. Ученые много потратили труда и времени для изученія внутренняго тончайшаго строенія цитоплазмы и для объясненія ея физиологическихъ свойствъ, но до сихъ поръ не пришли еще къ однообразному взгляду на строеніе цитоплазмы. Въ зависимости отъ примѣненія тѣхъ или иныхъ микрореактивовъ, въ зависимости отъ способа разсматриванія цитоплазмы подъ микроскопомъ, наконецъ, я сказалъ бы, въ зависимости отъ субъективныхъ взглядовъ изслѣдователей и ихъ теоретическихъ предвзятыхъ мнѣній, интимное строеніе цитоплазмы представляется разнымъ ученымъ различно. По мнѣнію однихъ ученыхъ цитоплазма имѣетъ сѣтччатое строеніе, т. е. состоитъ изъ сѣти болѣе плотнаго бѣлковаго вещества, среди переплетающихся петель которой имѣется другое или другія азотистыя соединенія, болѣе жидкія. По мнѣнію другихъ ученыхъ строеніе плазмы не сѣтччатое, а пѣнистое или ячеистое; т. е., цитоплазма состоитъ изъ замкнутыхъ ячеекъ, стѣнки которыхъ образованы болѣе плотнымъ бѣлковымъ соединеніемъ, а полости ячеекъ наполнены бѣлковымъ веществомъ, болѣе жидкимъ (см. рис. 128, *cy*). Ячеистымъ или пѣнистымъ строеніемъ цитоплазмы нѣкоторые ученые стараются объяснить и механизмъ движенія плазмы. Третьи ученые, отвергая сѣтччатое или ячеистое строеніе цитоплазмы, приписываютъ ей

строение нитчатое, т. е., что цитоплазма состоитъ изъ болѣе плотныхъ нитей бѣлковаго вещества, м. б. и скрещивающихся въ массѣ плазмы между собою, но отнюдь не сплетающихся въ сѣть; эти нити погружены въ болѣе жидкую бѣлковую массу. Наконецъ, имѣется еще гранулезная гипотеза строения цитоплазмы, по каковой гипотезѣ цитоплазма состоитъ изъ болѣе жидкой бѣлковой массы, среди которой разсѣяны болѣе плотныя гранулы бѣлковаго вещества.

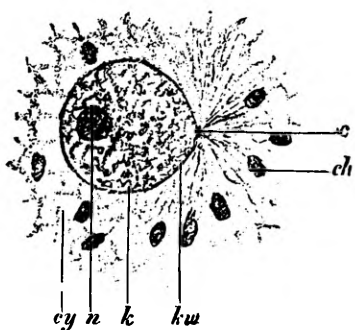


Рис. 128. Клѣточное ядро съ непосредственно его окружающею частью цитоплазмы (cy) изъ клѣтки прорастающаго растеньица бурой морской водоросли — *Fucus serratus*: *k* — клѣточное ядро, *kn* — ядерная оболочка, *n* — ядрышко, *c* — центрозома, *ch* — хрома-тофоры; увелич. около 1000 разъ.

Ни нитей, ни сплошныхъ стѣнокъ болѣе плотнаго вещества въ цитоплазмѣ нѣтъ, но имѣются лишь отдѣльныя гранулы, совокупность которыхъ и производитъ впечатлѣнiе, что плазма имѣеть нитчатое или ячеистое строение.

Хотя такимъ образомъ тончайшее строение плазмы окончательно еще не выяснено, несмотря на многочисленныя работы въ этомъ направленiи и несмотря на цѣлый рядъ теорiй, объясняющихъ то или иное строение плазмы, но для насъ самое важное не то, которая изъ этихъ теорiй правильна, а то,

что несомнѣнно цитоплазма не однородное бѣлковое вещество, а имѣющее опредѣленное морфологическое строение.

Было время, когда ученые думали, что если удастся въ химической лабораторiи получить путемъ синтеза изъ неорганической матерiи сложное органическое бѣлковое соединенiе, то тѣмъ самымъ удастся получить и живую плазму, т. е., иначе говоря, создать живой организмъ. М. б. еще и теперь нѣкоторые ученые мечтаютъ объ этомъ. Но едва-ли мечты ихъ когда либо осуществятся. Многолѣтнее детальное изслѣдованiе живой цитоплазмы учитъ насъ, что хотя это и бѣлковое вещество, но не простое, а сложная смѣсь бѣлковыхъ соединенiй, постоянно взаимодействующихъ, находящихся въ постоянномъ неустойчивомъ равновѣсiи. Но

мало того, что это смѣсь. Это смѣсь организованная, имѣющая какое-то тончайшее морфологическое строеніе. А потому отъ искусственнаго полученія въ химической лабораторіи путемъ синтеза бѣлковаго соединенія до полученія искусственнымъ же путемъ живой плазмы — дистанція огромнаго размѣра. Не достаточно умѣть синтезировать бѣлки для полученія живой плазмы, живой клѣтки; ибо живая плазма состоитъ не изъ одного бѣлка, а изъ смѣси многихъ бѣлковъ. И бѣлки эти образуютъ какое-то сложное, до сихъ поръ окончательно не разгаданное строеніе живой плазмы, которое лабораторнымъ путемъ получить невозможно.

Въ настоящее время существуютъ въ литературѣ взгляды, старающіеся примирить различныя теоріи внутренняго строенія плазмы. Такъ полагаютъ, что основное вещество цитоплазмы состоитъ, повидимому, изъ двухъ составныхъ частей, изъ которыхъ одна обнаруживаетъ склонность образовывать ячейки (альвеолы) и тѣмъ самымъ придаетъ цитоплазмѣ пѣнистый видъ, тогда какъ другая обособляется въ нити. Отличаютъ поэтому **ячеистую** или **альвеолярную плазму** (см. рис. 128, *cy*) отъ **нитчатой** или **филярной плазмы** (см. рис. 132, *kp*). При этомъ полагаютъ, что альвеолярная плазма участвуетъ главнымъ образомъ въ процессахъ питанія клѣтки, а нитчатая плазма въ процессахъ развитія. Первую называютъ поэтому **трофоплазмой**, а послѣднюю **киноплазмой** или **архиплазмой**. Вакуоли клѣтки, согласно этимъ воззрѣніямъ, происходятъ изъ увеличивающихся и округляющихся ячеекъ альвеолярной плазмы, которыя сливаются между собою, и такимъ образомъ образуются болѣе крупныя соковмѣстилища, вакуоли.

Въ растительной клѣткѣ обыкновенно имѣется, кромѣ цитоплазмы, еще **ядро** (см. рис. 126). Сначала думали, что ядро есть производное цитоплазмы, что это болѣе сгущенная часть послѣдней, и представляли себѣ очень просто происхожденіе какъ клѣточныхъ ядеръ, такъ и ядерныхъ организмовъ изъ безъядерныхъ. Напримѣръ, считали, что амѣбы произошли изъ протамѣбъ путемъ дифференцировки однородной плазмы протамѣбъ и уплотненія ея внутренней части—ядра. Детальное изслѣдованіе клѣточныхъ ядеръ показало, что, подобно цитоплазмѣ, и клѣточное ядро состоитъ изъ азотистаго бѣлковаго вещества, да притомъ не изъ одного

какого-либо бѣлковаго вещества, а изъ нѣсколькихъ. Клѣточное ядро, такъ же какъ и цитоплазма, имѣетъ опредѣленное и при томъ очень сложное морфологическое строеніе, хорошо нынѣ изученное. Однако, при общемъ сходствѣ своемъ съ цитоплазмой, ядро никоимъ образомъ нельзя разсматривать, какъ производное цитоплазмы. Оно отличается отъ цитоплазмы и химическимъ своимъ составомъ, и морфологическимъ строеніемъ, а многочисленныя изслѣдованія происхожденія клѣточныхъ ядеръ съ убѣдительностью показали, что новыя ядра происходятъ всегда изъ старыхъ ядеръ, путемъ ихъ дѣленія. Ядро есть самостоятельная живая часть клѣтки, происходящая изъ ядра же путемъ размноженія. При этомъ, повидимому, это—наиболѣе существенная живая часть клѣтки, регулирующая и обуславливающая самыя важныя фізіологическія процессы, въ клѣткѣ происходящіе.

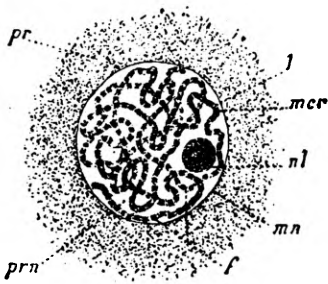


Рис. 129. Строеніе клѣточного ядра: *pr* — цитоплазма клѣтки, окружающая ядро, *mn* — ядерная оболочка, *prn* — ядерный сокъ, *f* — ядерная нить, *mcr* — ядерныя микротомы въ нити, *l* — ахроматинныя участки нити, *nl* — ядрышко.

Въ составъ клѣточного ядра, кромѣ *C*, *H*, *O* и *N* входитъ еще фосфоръ (*Ph*), тогда какъ въ составъ цитоплазмы входитъ сѣра. Подобно цитоплазмѣ,

ядро состоитъ изъ нѣсколькихъ, но иныхъ бѣлковыхъ соединений, чѣмъ цитоплазма; изъ нихъ наиболѣе изучено бѣлковое соединеніе, называемое **нуклеиномъ**, химическая формула котораго $C_{58} H_{49} N_9 Ph_3 O_{44}$. Нуклеинъ, иначе называемый **хроматиномъ**, окрашивается очень интенсивно различными микрохимическими реактивами въ разные цвѣта, и, примѣняя эти микрохимическія реакціи, можно не только весьма явственно выдѣлить ядро изъ остальной плазмы клѣтки, но можно и хорошо изучить его внутреннее строеніе. Ядро, точнѣе нуклеинъ его, окрашивается фуксиномъ или карминомъ въ красный цвѣтъ, метиловой зеленью — въ зеленый цвѣтъ, лиловымъ анилиномъ, гематоксилиномъ — въ лиловый цвѣтъ, синимъ анилиномъ — въ синій, нигрозиномъ, осміевою кислотой — въ черный цвѣтъ. При этомъ окрашивается не

все ядро целикомъ, а лишь его нуклеинъ или хроматинъ, который, на подобіе четокъ, маленькими зернышками (см. рис. 129, *mer*) какъ бы нанизанъ на безцвѣтныя, спутанныя въ клубокъ бѣлковыя нити линина (*l*), составляющія какъ бы остовъ самого ядра (*f*). Лининъ имѣетъ другой химическій составъ, чѣмъ нуклеинъ, и вышеперечисленными реактивами не окрашивается. Кромѣ нитей линина и зернышекъ хроматина, въ покоящемся ядрѣ мы видимъ еще одно или нѣсколько болѣе крупныхъ зернышекъ, такъ называемыхъ **ядерныхъ тѣлецъ** или **ядрышекъ** (см. рис. 129, *nl*, 130, *n*). Ядрышки вышеприведенными реактивами также сильно окрашиваются, но обыкновенно иначе, чѣмъ хроматинъ. Все это лежитъ внутри ядерной полости, заполненной **ядернымъ сокомъ** (см. рис. 129, *prn*) и окруженной ядерной оболочкой, называемой **парануклеиномъ** (см. рис. 129, *mn*, 130, *kw*). Ядерная оболочка есть въ сущности пленчатый слой цитоплазмы, окружающій ядерную полость. Всѣ эти части ядра состоятъ изъ разныхъ бѣлковыхъ соединений, и всѣ эти соединенія въ ядрѣ, такъ же какъ и въ цитоплазмѣ, постоянно разрушаются и вновь создаются, и, пока только клетка живетъ, въ ней ни на минуту не останавливается это постоянное измѣненіе ея бѣлковыхъ соединеній.

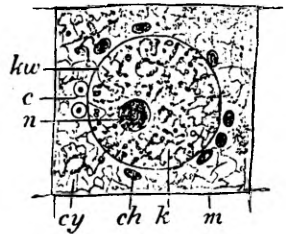


Рис. 130. Эмбриональная клетка изъ вегетативной верхушки сѣменного растения: *k* — ядро, *kw* — оболочка ядра, *n* — ядрышко, *c* — центрозома, *cy* — цитоплазма, *ch* — хроматофоры, *m* — клеточная оболочка; увелич. около 1000 разъ.

Въ клеткахъ главнымъ образомъ низшихъ растений (напримѣръ, грибовъ, водорослей, мховъ) близъ клеточнаго ядра удалось констатировать присутствіе особыхъ, тоже живыхъ и тоже самостоятельныхъ образований, называемыхъ **центрозомами** (см. рис. 128, *c*, 130, *c*). Сходныя образования имѣются въ материнскихъ клеткахъ сперматозоидовъ папоротникообразныхъ и нѣкоторыхъ голосѣменныхъ. Они называются **блефаропластами** и доставляютъ матеріаль для построенія жгутиковъ сперматозоидовъ.

Клеточное ядро является существеннѣйшей частью живого содержимаго клетки. Обусловливая цѣлый рядъ процессовъ, происходящихъ внутри клетки,

клѣточное ядро принимаетъ въ особенности важное участіе при размноженіи клѣтки путемъ дѣленія, и, предшествуя дѣленію клѣтки, предварительно само дѣлится пополамъ, причемъ каждая половинка его отходитъ во вновь образующуюся дочернюю клѣтку. Дѣленіе ядра пополамъ происходитъ двояко. Или ядро прямо бисквитообразной перетяжкой дѣлится на двѣ новыхъ половинки. Такое дѣленіе называется **прямымъ дѣленіемъ** или **амитозомъ**. Оно встрѣчается сравнительно довольно рѣдко. Гораздо чаще въ растительныхъ, равно какъ и въ животныхъ клѣткахъ происходитъ такъ называемое **непрямое, косвенное дѣленіе** ядра или, иначе говоря, **митозъ** или **каріокинезъ**. Митозъ протекаетъ весьма сложно, но эта сложность процесса необходима, ибо только такимъ путемъ нуклеинъ материнскаго ядра, разсматриваемый современными учеными, какъ очагъ наслѣдственныхъ свойствъ клѣтки и всего организма, можетъ совершенно равномерно распредѣлиться между двумя производными дочерними клѣтками и передать вновь образовавшимся клѣткамъ всѣ наслѣдственныя свойства клѣтки материнской, т. е. даннаго организма.

При самомъ началѣ митотическаго дѣленія ядра (см. рис. 131) **клубокъ нитей** линина начинаетъ какъ бы распутываться и утолщаться (см. рис. 131, фиг. 1—3), а количество хроматина, въ видѣ четокъ насаженнаго на нити линина, увеличивается, вслѣдствіе чего дѣлящееся ядро еще сильнѣе окрашивается соотвѣтствующими реактивами. Затѣмъ распутывающаяся нить линина вмѣстѣ съ своимъ хроматиномъ распадается въ поперечномъ направленіи на определенное для cadaго растенія (или животнаго) число участковъ, называемыхъ **ядерными сегментами** или **хромосомами**, направляющимися къ будущей плоскости дѣленія; здѣсь хромозомы, имѣющія нерѣдко форму римской пятерки — V, распредѣляются въ плоскости дѣленія и образуютъ такъ называемую **ядерную** или **экваторіальную пластинку** (см. фиг. 4—5). Эта фаза дѣленія называется **метакинезомъ** или **метафазой**, предшествующіе же ей процессы дѣленія ядра называются **профазой**, а послѣдующіе — **анафазой**. Во время профазы, въ концѣ ея, происходитъ важнѣйшее явленіе дѣленія ядра, а именно, **продольное расщепленіе** cadaго ядернаго сегмента на два (см. фиг. 6), такъ что каждая половинка рас-

щепившагося вдоль ядернаго сегмента получает поровну наследственную массу. После этого продольнаго расщепленія обѣ продольныя половинки хромозомъ расходятся въ противоположныя стороны (см. фиг. 6—8) къ полюсамъ ядра, гдѣ сходятся своими концами (см. фиг. 9) и постепенно свертываются, запутываются и образуютъ дочерніе клубки двухъ

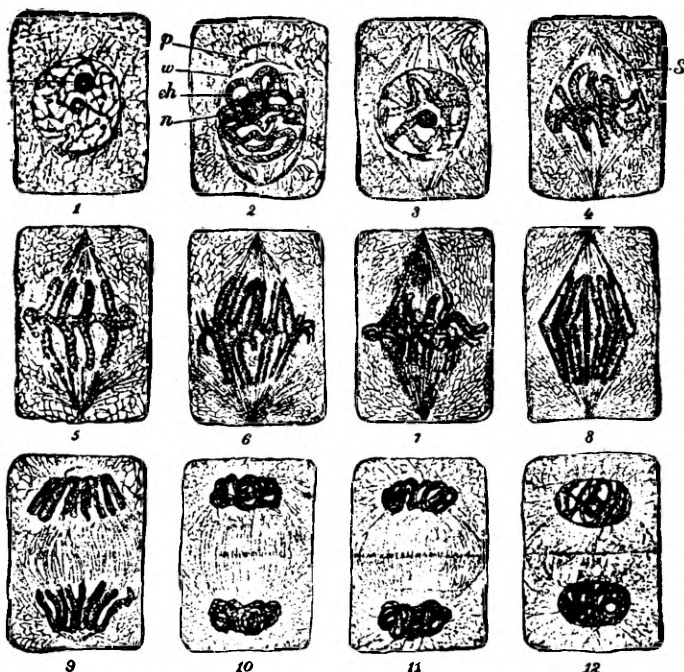


Рис. 131. Последовательныя стадіи каріокінеза (непрямаго дѣленія клетки): *n* — ядрышко, *ch* — хромозомы, *w* — ядерная оболочка, *p* — образование ядернаго веретена на полюсахъ ядра, *s* — нити ядернаго веретена.

новыхъ молодыхъ ядеръ (см. фиг. 10—12). Въ то время, какъ разыгрываются эти явленія въ самомъ ядрѣ, въ окружающей его цитоплазмѣ происходятъ тоже измѣненія. Къ ядерной оболочкѣ прикладываются цитоплазматическія нити (вышеупомянутая фиблярная плазма или киноплазма) и окружаютъ ее волокнистымъ слоемъ, образующимъ на каждомъ полюсѣ дѣлящагося ядра полярную снопику, состоящую въ концѣ концовъ изъ нѣжныхъ цитоплазматическихъ волоконцевъ (см. фиг. 2—4, *p*, *s*). Къ этому времени ядрышко (nucleolus) ядра растворяется, исчезаетъ также и оболочка ядра, а снопиковыя волокна удлиняются

и вдаются въ ядерную полость (см. фиг. 5—9). Тамъ они частью сходятся своими противоположными концами другъ съ другомъ, частью же примыкають къ хромосомамъ и образуютъ такъ называемое **ядерное веретено** (*s*), состоящее изъ двоякаго рода цитоплазматическихъ волоконцевъ или нитей. Тѣ нити, которыя примыкають къ хромосомамъ, называются **натяжными** или **подтягивающими волоконцами**, а тѣ, которыя простираются

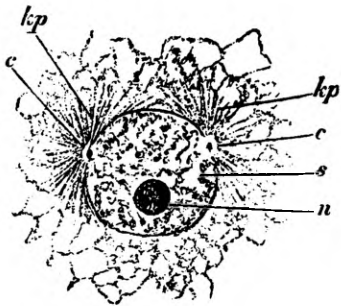


Рис. 132. Подготавливающееся къ дѣленію клѣточное ядро изъ проросшаго растеньица бурой водоросли — *Fucus serratus*: двѣ центрозомы (*c*), происшедшія отъ дѣленія одной материнской центрозомы, уже значительно отошли другъ отъ друга, *kp* — филилярная плазма, *s* — хромозомы, *n* — ядрышко; увелич. 1000 разъ.

сплошь отъ одного полюса ядра къ другому, называются **сдерживающими волоконцами**. Натяжные волоконца, подхвативъ хромозомы, приводятъ ихъ въ экваторіальную плоскость; расхождение же дочернихъ хромозомъ, послѣ продольнаго расщепленія хромозомъ материнскихъ, обусловливается послѣдующимъ сокращеніемъ натяжныхъ волоконцевъ, вслѣдствіе чего дочернія хромозомы и отходятъ къ полюсамъ ядра или, иначе говоря, его веретена. Сдерживающія волоконца при этомъ оказываютъ нѣкоторое сопротивление и направляютъ оттягивающіяся хромозомы.

Если въ клѣткахъ при покоющемся ядрѣ существовали центрозомы, то онѣ во время каріокинетическаго дѣленія расходятся къ полюсамъ веретена (см. рис. 132), и во время дѣленія ядра сами дѣлятся тоже пополамъ, такъ что производныя дочернія ядра имѣютъ снова по двѣ рядомъ лежащихъ центрозомы.

Главнымъ моментомъ дѣленія ядра является продольное расщепленіе хромозомъ, такъ какъ этимъ именно продольнымъ расщепленіемъ обусловливается количественное и качественное равенство продуктовъ дѣленія, иначе говоря, равномерное распредѣленіе въ дочернихъ ядрахъ наследственной массы, наследственныхъ свойствъ.

Кромѣ цитоплазмы, ядра и центрозома, въ растительныхъ клѣткахъ встрѣчаются еще живыя составныя части,

называемыя пластидами или хроматофорами. Въ животныхъ клеткахъ пластидъ не имѣется. Среди растений никогда не наблюдались пластиды въ клеткахъ грибовъ и бактерій. Молодыя клетки въ конусахъ нарастанія стебля или корня на первый взглядъ состоятъ какъ бы только изъ цитоплазмы и ядра съ ядрышкомъ, и все это окружено тонкой целлюлезной оболочкой. Пластидъ въ молодыхъ клеткахъ можно и не замѣтить. Но онѣ несомнѣнно существуютъ въ каждой молодой клеткѣ (см. рис. 130, *ch*), ибо пластиды, такъ же какъ и клеточное ядро, и центрозома, не суть производныя живого содержимаго клетки, а являются



Рис. 133. Хлорофильныя зерна изъ листа мха (*Funaria hygrometrica*): въ стадіи покоя и во время дѣленія; внутри зеренъ находятся мелкія включенія крахмала; увелич. 540 разъ.

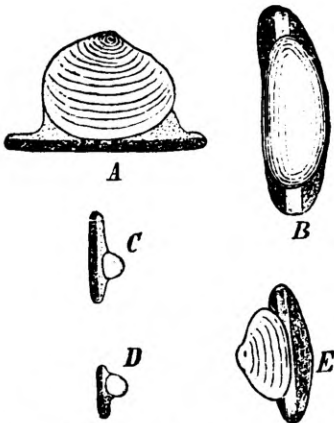


Рис. 134. Лейкопласты изъ подземнаго клубня *Phajus grandifolius*: *A*, *C*, *D* и *E*—если смотрѣть на нихъ сбоку, а *B*—сверху; *E*—уже слегка зеленоватый лейкопластъ, представляющій переходную форму къ хлоропласту. Увелич. 540 разъ.

самостоятельными ингредиентами живой клеточной матеріи, получающимися всегда изъ пластидъ же, путемъ ихъ дѣленія (см. рис. 133), путемъ размноженія пластидъ. Такимъ образомъ по существу своему и клеточная цитоплазма, и ядро клетки, и центрозома, и пластиды — потенциально вѣчны. Они не могутъ образоваться изъ чего-либо, они получаютъ изъ образований себѣ подобныхъ путемъ дѣленія, причемъ материнское тѣло всецѣло идетъ на образованіе двухъ происшедшихъ изъ него дочернихъ тѣлъ, и вся матерія и энергія материнскаго тѣла поглощается дочерними тѣлами, воспринимающими всѣ свойства и особенности материнскаго тѣла. Это основной законъ живой матеріи клетки, и этимъ живыя составныя части клетки рѣзко отличаются отъ мертвыхъ ея включеній, являющихся продуктами жизнедѣятельности той или иной живой части клетки.

Пластиды по химическому составу своему весьма близки къ цитоплазмѣ. Въ молодыхъ клѣткахъ пластиды безцвѣтны (см. рис. 130, *ch*).

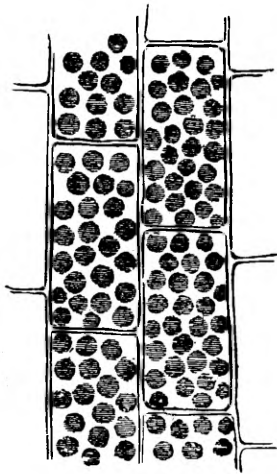


Рис. 135. Расположеніе хлорофильныхъ зеренъ въ клѣткахъ листа мха на разсѣянномъ свѣтѣ.

Онѣ только видимо плотнѣе цитоплазмы и сильнѣе преломляютъ свѣтъ, чѣмъ эта послѣдняя. Такія безцвѣтныя пластиды имѣются иногда и въ старыхъ клѣткахъ, не подвергающихся вліянію свѣта. Онѣ называются тогда **лейкопластами** или **крахмалообразователями** (см. рис. 134), такъ какъ, какъ увидимъ современемъ, безцвѣтныя пластиды эти способны выработывать крахмалъ.

Наиболѣе распространенными въ растительномъ царствѣ пластидами являются **хлоропласты** или **хлорофильныя зерна** (см. рис. 133, 135, 136), обуславливающіе зеленый цвѣтъ растительнаго царства. Б. ч. хлоропласты имѣютъ видъ эллипсоидальныхъ, нѣсколько сплюснутыхъ зеренъ (см. рис. 135, 136), въ большомъ

количествѣ расположенныхъ въ стѣнокоположномъ слоѣ цитоплазмы и различно распредѣляющихся въ немъ въ зависимости отъ освѣщенія (см. рис. 135, 136). Впрочемъ, у нѣкоторыхъ простѣйшихъ водорослей хлоропласты могутъ быть иной формы и болѣе величины; они имѣютъ тогда видъ лентъ (см. рис. 137), пластинокъ или звѣздочекъ. Хлоропласты по существу своему тоже безцвѣтны, но они содержатъ въ себѣ множество окрашенныхъ капелекъ, именуемыхъ **гранами** (*grana*). Капельки эти состоятъ изъ маслянистаго вещества, заключающаго въ себѣ въ растворѣ зеленые и желтые красящіе пигменты. Зелеными пигментами будутъ **настоящій хлорофиллъ** и **аллохлорофиллъ**, а желтыми — **хрюзофиллъ** и

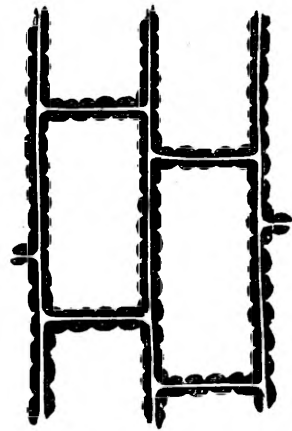


Рис. 136. Расположеніе хлорофильныхъ зеренъ въ клѣткахъ листа мха въ темнотѣ.

ксантофилл. Эти то пигменты и придают зеленый цвет как самим хлорофильным зернам или хлоропластам, так при их посредстве и всему растительному царству.

Вырабатываемые хлоропластами зеленые и желтые пигменты, в особенности первые, играют очень важную роль в жизни не только растений, но и всей нашей планеты. Об этом вы узнаете подробнее впоследствии, теперь я укажу только на то, что, по исследованиям Мархлевскаго и Ненцкаго, оказалось, что хлорофилл, вырабатываемый растительными хлоропластами, не смотря на зеленую свою окраску, имеет близкое химическое родство с гемоглобином красных кровяных шариков животных, а гемоглобин в жизни животных играет, пожалуй, столь же важную роль, как хлорофилл в жизни растений.

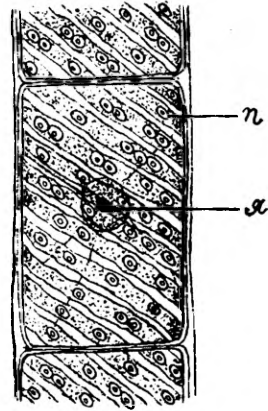


Рис. 137. Клетка нитчатой водоросли *Spirogyra crassa* с спирально завернутыми лентовидными хлоропластами: я — ядро; n — пиреноид.

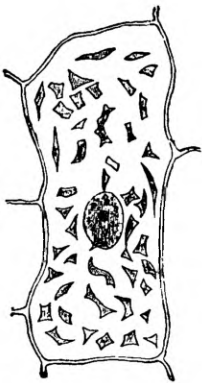


Рис. 138. Растительная клетка из желтого чашелистика капуцина (*Tropaeolum majus*) с желтыми хроматофорами; увел. 540 р.

Большинство хлоропластов вырабатывают упомянутые зеленые и желтые пигменты, но у некоторых растений, кроме этих пигментов, в хлоропластах вырабатываются и другие красящие пигменты, красный — **фикоэритрин**, например, у красных морских водорослей, бурый — **фикофеин**, у бурых морских водорослей или у некоторых орхидей, синий — **фикоциан**, у синезеленых водорослей. Эти пигменты настолько замаскировывают нормальные зеленые и желтые пигменты, вырабатываемые хлоропластами, что и хлоропласты, и сами органы и растения их получают соответствующую иную окраску. Однако исследования показали, что и у таких

красных, бурых, синих водорослей в хлоропластах главным образом имеется хлорофилл и другие зеленые

и желтые пигменты, но они замаскированы еще однимъ изъ указанныхъ цвѣтныхъ пигментовъ.

Но въ клѣткахъ растений попадаютъ и такіе хлоропласты, которые вырабатываютъ лишь цвѣтные пигменты, желтые, красные, оранжевые и иные, а зеленыхъ пигментовъ совсѣмъ не вырабатываютъ. Эти пластиды называются хромопластами или хроматофорами (см. рис. 138, 139), и они придаютъ окраску лепесткамъ вѣнчиковъ, плодамъ и инымъ ярко окрашеннымъ частямъ растений. Хромопласты образуются или изъ лейкопластовъ, или изъ хлоропластовъ, и являются либо въ видѣ округлыхъ зеренъ, какъ и хлорофильныя зерна, или въ видѣ вытянутыхъ тѣлъ, треугольных или ромбическихъ пластинокъ и т. п. (см. рис. 138 и 139).



Рис. 139. Цвѣтныя тѣла моркови (хроматофоры), частью съ крахмальными включеніями; увелич. 540 разъ.

Желтая и красная окраска листьевъ осенью обуславливается тѣмъ, что клѣтки такихъ опадающихъ листьевъ б. и. м. опоражниваются, и хлоропласты ихъ разрушаются, растворяются. Въ старыхъ клѣткахъ этихъ остается водянистый сокъ, въ которомъ плаваютъ маслянистыя капли, кристаллики и, кромѣ того, желтые, сильно свѣтопреломляющіе шарики. Иногда водянистый сокъ этотъ бываетъ окрашенъ въ красный цвѣтъ, обуславливая этимъ осеннюю окраску нѣкоторыхъ листьевъ.

Пестрая окраска лепестковъ вѣнчиковъ не всегда зависитъ отъ присутствія въ клѣткахъ ихъ хромопластовъ или цвѣтныхъ пластидъ. Такъ, синіе и фіолетовые цвѣты обязаны своей окраскою веществу, растворенному въ клѣточномъ сокѣ, а бѣлая окраска цвѣтовъ не рѣдко зависитъ отъ присутствія воздуха въ межклѣтникахъ лепестковъ вѣнчиковъ.

Лекція двѣнадцатая.

Растительная клѣтка. Мертвыя включенія клѣтки.

Цитоплазма, ядро, пластиды и центрозома составляют живыя содержимыя растительной клѣтки; ихъ основныя свойства, какъ мы видѣли на прошлой лекціи, заключаются въ томъ, что всѣ эти живыя составныя части клѣтки состоятъ изъ сложныхъ бѣлковыхъ азотистыхъ соединений, что онѣ способны питаться, дышать, расти, и, въ результатѣ происходящаго въ нихъ обмѣна вещества и энергіи, живыя составныя части клѣтки размножаются путемъ дѣленія. Живыя ингредиенты клѣтки получаютъ всегда изъ себѣ подобныхъ путемъ дѣленія — это главная ихъ особенность. Но, кромѣ перечисленныхъ живыхъ составныхъ частей клѣтокъ, въ растительныхъ клѣткахъ встрѣчаются еще разныя другія включенія, которыя мы можемъ назвать общимъ именемъ — **мертвыя** или **производныя включенія клѣтки**. Сюда относятся, на примѣръ, крахмальныя зерна, кристаллы различныхъ органическихъ кислотъ, алейроновыя зерна, содержимое вакуолей — клѣточный сокъ, и т. д. Нѣкоторыя изъ этихъ включеній могутъ тоже расти, но ростъ ихъ пассивный, а не активный. Мертвыя включенія клѣтокъ никогда не размножаются путемъ дѣленія; они никогда не происходятъ изъ себѣ подобныхъ, а являются продуктами жизнедеятельности живыхъ ингредиентовъ клѣтки, результатами обмѣна вещества и энергіи въ живыхъ составныхъ частяхъ клѣтки.

Одними изъ наиболѣе обыкновенныхъ мертвыхъ включеній клѣтки являются такъ называемыя крахмальныя зерна (см. рис. 140, 141). Химическій составъ крахмальнаго зерна гораздо проще, чѣмъ химическій составъ живыхъ составныхъ частей клѣтокъ. Это углеводъ, т. е. такое органическое вещество, которое состоитъ только изъ углерода (*C*) и водорода (*H*) и кислорода (*O*) въ такой же пропорціи, какъ они имѣются въ водѣ (H_2O). Углеводовъ извѣстно въ

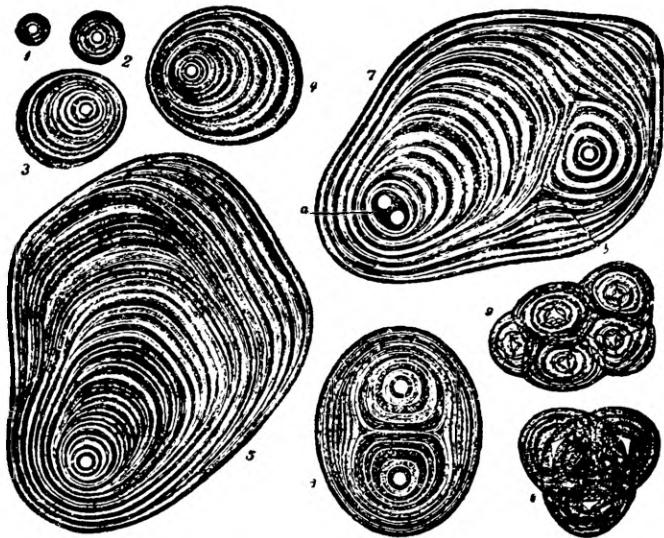


Рис. 140. Крахмальныя зерна: 1—5 — послѣдовательныя стадіи роста зерна изъ картофельнаго клубня; 6—7 — полусложныя зерна; 8—9 — сложныя зерна.

растительномъ тѣлѣ много. Химическая формула углевода крахмала будетъ $(C_6H_{10}O_5)_n$. Крахмалъ очень легко узнается подъ микроскопомъ по характерной микрохимической реакціи: отъ іода крахмалъ окрашивается въ синій цвѣтъ. Крахмалъ въ растительныхъ клѣткахъ встрѣчается въ видѣ такъ называемыхъ крахмальныхъ зеренъ (см. рис. 140, 141). Крахмальныя зерна имѣютъ самую разнообразную величину и форму. Весьма характерна слоистость крахмальныхъ зеренъ. Подъ микроскопомъ крахмальное зерно представляется построеннымъ какъ бы изъ чередующихся слоевъ разной плотности и различно преломляющихъ свѣтъ. У однихъ крахмальныхъ зеренъ эта слоистость можетъ быть

концентрической, равномерно группирующейся вокруг определенного органического центра; тогда говорят, что такое **крахмальное зерно концентрическое** (см. рис. 140, фиг. 1, 2 и рис. 141). Очень часто такие концентрические зерна бывают пронизаны радиальными трещинами, как видно на рис. 141. Чаще встречаются однако **крахмальные зерна эксцентричные** (см. рис. 140, фиг. 3, 4, 5), у них центр наслоения сдвинутъ б. и. м. въ сторону, такъ что слои крахмала на одной сторонѣ зерна шире, и ихъ больше, чѣмъ на противоположной. Крахмальные зерна могутъ быть простыми и сложными. **Простые зерна** имѣютъ одинъ центръ наслоения (см. рис. 140, фиг. 1—5 и рис. 141). **Сложные крахмальные зерна** имѣютъ нѣсколько, иногда очень много центровъ наслоения, и каждое сложное крахмальное зерно состоитъ изъ нѣсколькихъ, а иногда и очень многихъ простыхъ зеренъ, какъ бы склеенныхъ между собою (см. рис. 140, фиг. 8—9 и рис. 142). Наконецъ, попадаются иногда и **полусложные зерна**, состоящая изъ двухъ и болѣе слагаемыхъ зеренъ, окруженныхъ общими слоями (см. рис. 140, фиг. 6, 7). Сложные крахмальные зерна могутъ состоять изъ различного количества простыхъ зеренъ: такъ, сложное крахмальное зерно риса, слагается изъ 4—100 зеренъ крахмала; у овса насчитываютъ до 300 простыхъ зеренъ крахмала въ одномъ сложномъ зернѣ (см. рис. 142), а у шпината (*Spinacia glabra*) — до 30000 и болѣе. Величина крахмальныхъ зеренъ также весьма разнообразна, колеблясь между 0,002 мм. и до 0,170 мм. Особенно крупныя крахмальные зерна можно наблюдать въ клеткахъ корневищъ *Canna*, гдѣ они достигаютъ величины 0,170 мм. и видны

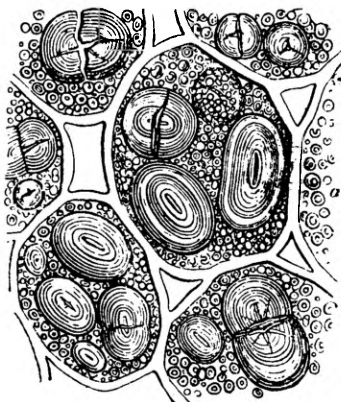


Рис. 141. Концентрическія крахмальныя зерна въ клеткахъ сѣмени фасоли; увелич. 500 разъ.



А



В

Рис. 142. А — сложное крахмальное зерно овса (*Avena sativa*); В — отдѣльныя зернышки крахмала, изъ которыхъ слагается сложное зерно; увелич. 540 разъ.

ч. Величина крахмальныхъ зеренъ также весьма разнообразна, колеблясь между 0,002 мм. и до 0,170 мм. Особенно крупныя крахмальные зерна можно наблюдать въ клеткахъ корневищъ *Canna*, гдѣ они достигаютъ величины 0,170 мм. и видны

невооруженнымъ глазомъ въ видѣ свѣтлыхъ точекъ. Форма крахмальныхъ зеренъ б. ч. въ видѣ сплюснутыхъ шариковъ, эллипсоидовъ или круглыхъ лепешекъ. Но они могутъ принимать и различныя другія б. и. м. причудливыя очертанія. Такъ, иногда попадаются (въ млечныхъ трубкахъ, напримѣръ) крахмальные зерна вытянутыя, съ утолщенными концами, напоминающія по формѣ бедряную кость животного или человѣка. Въ одной и той же растительной клѣткѣ могутъ встрѣчаться различныя крахмальные зерна. Такъ, въ клѣткахъ картофельныхъ клубней, наряду съ преобладающими простыми эксцентричными зернами, нерѣдко встрѣчаются зерна сложныя и полусложныя и при томъ же различной величины

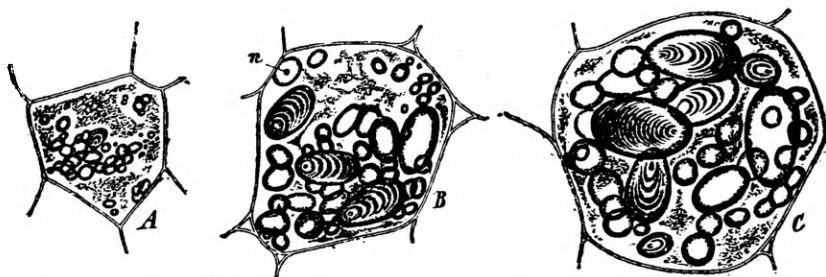


Рис. 143. Развитие крахмальныхъ зеренъ въ клѣткѣ картофельнаго клубня: *A* — клѣтка очень молодого, *C* — взрослога клубня; *n* — клѣточное ядро.

(см. рис. 140). Наблюдая эти зерна, мы замѣтимъ, что они растутъ, увеличиваясь въ объемѣ и увеличивая количество чередующихся слоевъ. На прилагаемомъ рис. 143 фиг. *A* изображаетъ клѣтку очень молодого картофельнаго клубня. Въ ней еще немного крахмальныхъ зеренъ и зерна эти очень мелкія. На фиг. *B* изображена клѣтка изъ болѣе стараго картофельнаго клубня, и мы видимъ въ ней уже много крахмальныхъ зеренъ, сильно выросшихъ. Фиг. же *C* изображаетъ клѣтку изъ совершенно зрѣлаго картофельнаго клубня; клѣтка эта туго набита крупными крахмальными зернами. Сначала предполагали, что крахмальные зерна лежатъ въ клѣткѣ совершенно самостоятельно. Но тщательныя наблюдения показали, что крахмальные зерна являются всегда продуктами жизнедѣятельности пластидъ.

При этомъ слѣдуетъ различать **запасной крахмалъ** отъ крахмала **ассимилированнаго**. Ассимилированный крах

малъ образуется въ хлоропластахъ (въ хлорофильныхъ зернахъ); онъ никогда не бываетъ крупнымъ и хорошо замѣтенъ въ хлорофильныхъ зернахъ (въ особенности послѣ обработки ихъ йодомъ, отчего крахмальные зерна синѣютъ или чернѣютъ) лишь въ концѣ дня, послѣ же затѣненія или подь утро въ хлорофильныхъ зернахъ или совсѣмъ не наблюдается крахмала, или его очень мало. Прилагаемый рисунокъ 144 изображаетъ хлорофильныя зерна мха; въ однихъ изъ нихъ,

пробывшихъ въ темнотѣ (А), очень немного мелкихъ крахмальныхъ зеренъ, въ другихъ же хлорофильныхъ зернахъ, подвергавшихся продолжительному освѣщенію (В), крахмальныхъ зеренъ очень много; они крупнѣе, и хлорофильное зерно туго набито крахмальными зернами. Дѣло въ томъ, что ассими-

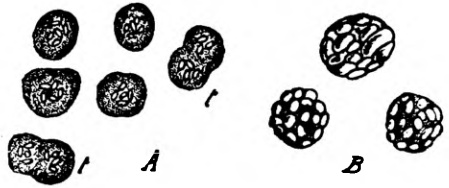


Рис. 144. Образованіе крахмала въ хлорофильныхъ зернахъ мха: А — хлорофильныя зерна съ мелкими зернышками крахмала; В — хлорофильныя зерна, туго набитыя крахмаломъ.

лированный крахмалъ, какъ мы увидимъ впоследствии подробнѣе, вырабатывается лишь днемъ на свѣту въ хлорофильныхъ зернахъ, а за ночь онъ превращается въ сахаристое вещество, растворяется и удаляется изъ хлорофильныхъ зеренъ; вотъ почему ассимилированный крахмалъ никогда не образуетъ крупныхъ крахмальныхъ зеренъ. Запасной крахмалъ встрѣчается въ клеткахъ затѣненныхъ, на примѣръ, въ клеткахъ клубней, луковицъ, корневищъ и другихъ подземныхъ частей растений, или въ клеткахъ сѣмянъ, сердцевины деревьевъ и т. п. Здѣсь запасной крахмалъ скопляется иногда въ огромномъ количествѣ (на примѣръ, подь осень), въ видѣ очень крупныхъ крахмальныхъ зеренъ, при томъ же такъ туго набивающихъ полость клетки, что иногда трудно замѣтить въ этой клеткѣ другія составныя ея части — цитоплазму, ядро и проч. (см. рис. 143, С). Однако и въ этихъ запасныхъ вмѣстилищахъ крахмальные зерна образуются не сами собою, а жизнедеятельностью все тѣхъ же пластидъ, но въ данномъ случаѣ не хлорофильныхъ зеренъ или хлоропластовъ, а безцвѣтныхъ лейкопластовъ или такъ называемыхъ крахмалообразователей. Прилагаемый рис. 145 отлично иллюстри-

руетъ постепенный ростъ и развитіе лейкопластовъ и образуемыхъ ими крахмальныхъ зеренъ въ клѣткахъ клубня одного орхиднаго — *Phajus grandifolius*. Лейкопласты или крахмалообразователи, какъ мы уже знаемъ изъ прошлой лекціи, составляютъ живыя составныя части растительной клѣтки; они очень нѣжны, легко расплываются, и потому ихъ долго не замѣчали и думали, что запасной крахмалъ образуется въ клѣткахъ самостоятельно. Послѣ того, какъ открыты были крахмалообразователи, стали понятны и различная форма, и различное устройство крахмальныхъ зеренъ (см. рис. 134, на стр. 155). Если крахмальное зерно возникаетъ въ серединѣ лейкопласта и остается равномерно

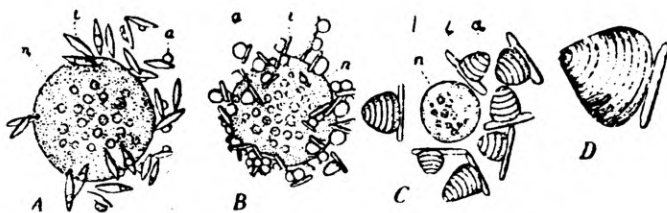


Рис. 145. Лейкопласты (крахмалообразователи) изъ клѣтокъ клубня *Phajus grandifolius*: *A* — клѣточное ядро (*n*) съ веретеновидными лейкопластами (*l*) и мелкими зернами крахмала (*a*) на нихъ; *B* — палочковидные лейкопласты (*l*) съ мелкими зернами крахмала (*a*); *n* — клѣточное ядро; *C* — тѣ же лейкопласты большихъ размѣровъ (выросшіе) и съ болѣе крупными зернами крахмала; *D* — лейкопластъ съ вполне развитымъ крахмальнымъ зерномъ.

окруженнымъ веществомъ послѣдняго въ продолженіи всего своего роста, то оно получаетъ концентрическое строеніе. Если же крахмальное зерно возникаетъ съ края лейкопласта, то оно становится современемъ эксцентричнымъ. Если на лейкопластѣ возникаетъ нѣсколько крахмальныхъ зеренъ, то въ результатъ получаютъ полусложныя и сложныя крахмальные зерна.

Гораздо труднѣе объяснить слоистость крахмального зерна и механику его роста. По этому вопросу существуетъ обширная спеціальная литература, но окончательныхъ взглядовъ на этотъ счетъ еще не установилось. Несомнѣнно, что слоистость крахмального зерна (равно какъ и клѣточной оболочки, какъ увидимъ на слѣдующей лекціи) обуславливается различной плотностью отдѣльныхъ взаимно чередующихся слоевъ, причемъ болѣе плотные и болѣе тол-

стые слои представляются при падающемъ свѣтѣ болѣе свѣтлыми, а менѣе плотные и болѣе тонкіе слои — болѣе темными. По мнѣнію Артура Мейера, крахмальныя зерна представляютъ образованія кристаллическія; это сферокристаллы или сфериты, состоящіе изъ тонкихъ радіально расположенныхъ кристаллическихъ иголь, называемыхъ трихитами. Слоистость крахмального зерна Артуръ Мейеръ объясняетъ различіемъ въ формѣ и количествѣ трихитъ въ наложенныхъ другъ на друга слояхъ. Но есть и совершенно другіе взгляды на причины слоистости крахмального зерна. Такъ, напри- мѣръ, Генри Крэмеръ высказалъ недавно мысль, что крахмальныя зерна слагаются изъ двоякаго рода вещества — одного кристаллоидального, другого — коллоидального, и что относительное количество обоихъ мѣняется въ послѣдующихъ другъ за другомъ слояхъ. Несомнѣнно, что крахмальное зерно состоитъ не изъ одного вещества. Бѣльшая часть крахмальныхъ зеренъ содержитъ въ себѣ только крахмальное вещество (амилоидъ), но въ двухъ разновидностяхъ, изъ которыхъ одна разжижается въ водѣ при 100° Ц., другая же при этой температурѣ въ водѣ не разжижается. Но многія крахмальныя зерна, кромѣ амилоида, содержатъ въ себѣ въ болѣемъ или меньшемъ количествѣ еще амилодекстринъ, а у нѣкоторыхъ растений, напри- мѣръ, у особой разновидности риса — *Oryza sativa* var. *glutinosa* и сорго — *Sorghum vulgare* var. *glutinatum*, крахмальныя зерна по преимуществу состоятъ изъ амилодекстрина; эти зерна окрашиваются растворомъ іода въ винно-красный цвѣтъ, тогда какъ обычно крахмальныя зерна отъ іода окрашиваются въ синій или голубой цвѣтъ. При температурѣ въ 60°—70° Ц. крахмальныя зерна разбухаютъ въ водѣ, такъ какъ болѣе легко растворимый амилоидъ превращается при этихъ условіяхъ въ тягучія капли; совершенно растворяются въ водѣ крахмальныя зерна лишь при температурѣ въ 138° Ц. Что крахмальныя зерна имѣютъ кристаллическое строеніе, какъ думаетъ Артуръ Мейеръ, доказывается между прочимъ тѣмъ, что въ поляризованномъ свѣтѣ они даютъ черный крестъ, указывающій на двойное лучепреломленіе кристаллическихъ элементовъ, ихъ составляющихъ.

Въ растительныхъ клѣткахъ наблюдаются обыкновенно

вакуоли, наполненные клѣточнымъ сокомъ. Когда доказана была самостоятельность клѣточного ядра и пластидъ, то нѣкоторые ученые стали и на вакуоли смотрѣть, какъ на самостоятельные ингредиенты клѣтки, и даже думали было, что вакуоли размножаются путемъ дѣленія, какъ и другія живыя составныя части клѣтки. Однако, болѣе тщательное изслѣдованіе показало, что въ точкахъ роста, въ молодыхъ клѣт-

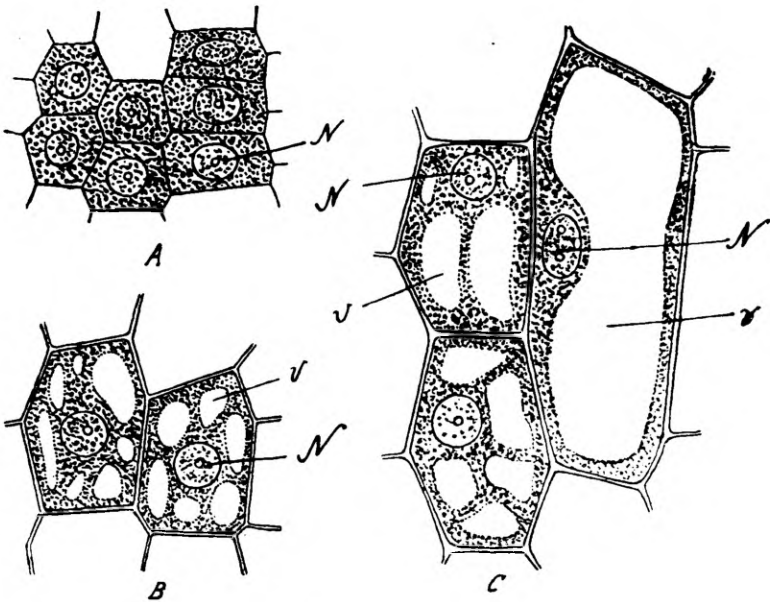


Рис. 146. Возникновеніе вакуолей и клѣточного сока: *A* — очень молодыя клѣтки изъ точки роста, еще безъ вакуолей и клѣточного сока; *B* — болѣе взрослыя клѣтки съ вакуолями (*v*); *C* — еще болѣе развитыя клѣтки; въ одной изъ нихъ всѣ вакуоли слились въ одну (*v*) и протоплазма выстилаетъ стѣнку клѣтки; *N* — ядра.

кахъ вакуолей нѣтъ (см. рис. 146, фиг. *A*), и что вакуоли образуются въ клѣткѣ постепенно, по мѣрѣ роста клѣточной оболочки и цитоплазмы, не поспѣвающей въ своемъ ростѣ за ростомъ клѣточной оболочки. Вслѣдствіе этого внутри цитоплазмы образуются все болѣе крупныя вакуоли (фиг. *B*, *v*), наполняющіяся клѣточнымъ сокомъ и сливающиміяся между собою, пока не образуется одна сплошная крупная вакуоля внутри клѣтки, занимающая всю полость клѣтки и образующая соковое пространство болѣе взрослой клѣтки (см. рис. 146, фиг. *C*, *v*.) Клѣточный сокъ, наполняю-

щей вакуоли, есть результат жизнедеятельности цитоплазмы клетки; нередко при этом клеточный сок представляет продукты отброса или результат, вообще, того объема веществ, который постоянно происходит в цитоплазме клетки. Как крахмал есть результат жизнедеятельности

пластиды, так содержимое вакуолей есть результат жизнедеятельности цитоплазмы. Вещества, выделяемые при этом цитоплазмой, могут находиться либо в растворе в клеточном соке, либо выделяться в конце концов из клеточного сока в виде твердых веществ. В растворе в клеточном соке могут быть различные как органические, так и неорганические вещества. Из органических веществ часто в клеточном соке в растворе встречаются различные углеводы, например, **инулин**, имеющий тот же элементарный состав, что и крахмал, т. е.

$(C_6 H_{10} O_5)_n$, или различные **сахаристые вещества**. Инулин в растворе безцветен, но он легко осаждается из раствора в виде **сферокристаллов** (см. рис. 147) действием крепкого спирта. Инулина много в клубнях георгины (см. рис. 148) и земляной груши. Из сахаристых веществ в растительных клетках чаще всего встречаются **виноградный сахар** — $C_6 H_{12} O_6$ и **тростниковый сахар** —

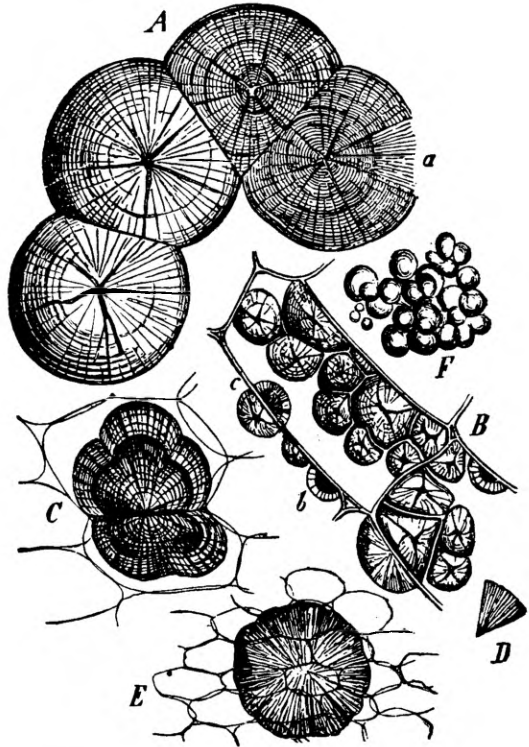


Рис. 147. Сферокристаллы инулина: А — при медленном осаждении из водного раствора; В — в клетках клубней георгины после суточного действия крепкого спирта; С и Е — в кусках, долго лежавших в спирте; увелич. 550 раз; при F — более слабое увеличение.

$C_{12} H_{22} O_{11}$. Послѣдній — это тотъ самый сахаръ, который мы употребляемъ въ пищу; въ настоящее время онъ добывается изъ корней свекловицы, но прежде его изготовляли изъ сахарнаго тростника. Отъ дѣйствія мѣднаго купороса и ѣдкой щелочи въ клѣткахъ, содержащихъ сахаръ, появляется красный осадокъ закиси мѣди, и, пользуясь этой реакціей, можно обнаружить присутствіе раствореннаго сахара въ клѣточномъ сокѣ. Подобно крахмалу, инулинъ и сахаръ



Рис. 148. Корневые клубни георгины.

представляютъ питательныя вещества, запасаемыя растеніями, на примѣръ, на зиму. Ихъ находятъ часто въ подземныхъ органахъ растеній, на примѣръ, въ луковицахъ, корневищахъ, корняхъ, клубняхъ растеній или въ древесинѣ и сердцевинѣ деревьевъ.

Кромѣ углеводовъ, въ клѣточномъ сокѣ часто наблюдаются различныя **органическія кислоты**, на примѣръ, щавелевая, яблочная, виокаменная, лимонная и др., а также **дубильныя вещества**; присутствіе этихъ послѣднихъ въ клѣточномъ сокѣ легко обнаружить дѣйствіемъ на клѣтку желѣзнаго купороса, подъ вліяніемъ котораго клѣточный сокъ, содержащій дубильныя вещества, чернѣетъ (образуются чернила).

Особенно много дубильныхъ веществъ въ почкахъ и въ корѣ нѣкоторыхъ деревьевъ, на примѣръ, ивы или дуба.

Изъ неорганическихъ веществъ часто встрѣчается въ клѣточномъ сокѣ **селитра**; на примѣръ, ея много въ тканяхъ подсолнечника.

Щавелевая кислота, встрѣчающаяся въ клѣточномъ сокѣ растеній въ видѣ раствора, нерѣдко выпадаетъ изъ раствора въ видѣ **кристалловъ**. При этомъ могутъ образоваться троякаго рода кристаллы (см. рис. 149): **одиночные кристаллы**

(фиг. 1, *a*, 2—6), друзы (фиг. 1, *b*, *c*) или рафиды (фиг. 7—8). В первом случае клетка заключает в себя один всего кристалл, разной формы; во втором случае кристаллы срастаются между собою в б. и. м. звѣздчатую массу — друзу. Рафиды имѣютъ видъ иголокъ, собранныхъ въ клеткѣ въ большомъ количествѣ и расположенныхъ параллельно другъ другу. У однодольныхъ растений преобладаютъ рафиды, а у двудольныхъ чаще встрѣчаются

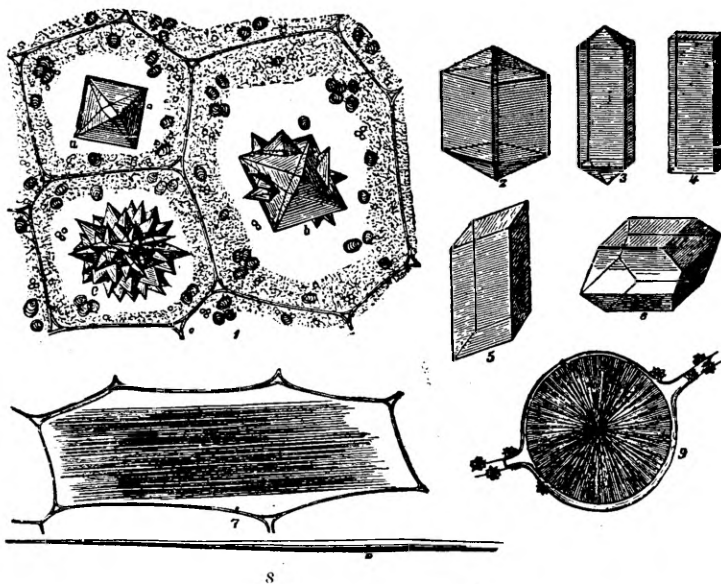


Рис. 149. Кристаллическія отложенія щавелевокислой извести: фиг. 1, *a* — одиночный кристаллъ, *b*, *c* — друзы; фиг. 2—6 — одиночные кристаллы; фиг. 7 — клетка съ рафидами; фиг. 8 — рафида; фиг. 9 — сферокристаллъ.

друзы или одиночные кристаллы. Легче всего ихъ найти въ клеткахъ листьевъ и коры стеблей. Послѣ сжиганія кристаллы щавелевокислой извести превращаются въ углекислую известь или мѣлъ.

Кромѣ безазотистыхъ органическихъ соединений и соединений неорганическихъ, иногда въ вакуоляхъ растительныхъ клетокъ наблюдаются въ видѣ запасныхъ питательныхъ веществъ и болѣе сложныя азотистыя органическія соединенія. Таковы такъ называемыя алейроновыя или протейновыя зерна, находимыя въ сѣменахъ многихъ растений, въ особенности въ маслянистыхъ сѣменахъ. Алейроно

выя зерна образуются изъ вакуолей, содержимое которыхъ, особенно богатое бѣлковыми веществами, къ концѣ концовъ отвердѣваетъ либо въ видѣ округлаго зерна, либо въ видѣ неправильнаго, даже лопастнаго тѣла. При этомъ часть вещества этого нерѣдко выкристаллизовывается и образуетъ одинъ или нѣсколько **бѣлковыхъ кристалловъ**, заключенныхъ въ алейроновомъ зернѣ (см. рис. 150, *k*). Кроме

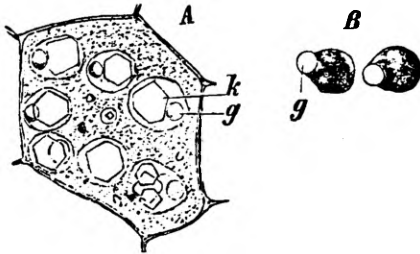


Рис. 150. Алейроновыя зерна: *A* — клѣтка изъ сѣмени клещевины или касторки (*Ricinus communis*), съ алейроновыми зернами; *B* — отдѣльныя зерна алейрона въ прованскомъ маслѣ; *k* — бѣлковые кристаллы, *g* — глобонидъ; увеличено 540 разъ.

такихъ кристалловъ, въ алейроновомъ зернѣ наблюдаются не рѣдко особые шарики, называемые **глобондами** (см. рис. 150, *g*) и состоящие изъ двойной фосфорнокислой соли кальція и магнія въ соединеніи съ органическимъ веществомъ.

Иногда въ алейроновыхъ зернахъ наблюдаются также кристаллы щавелевой кислоты. Примѣромъ алейроновыхъ зеренъ могутъ служить изо-

браженные на рис. 150 алейроновыя зерна, въ большомъ количествѣ встрѣчающіяся въ цитоплазмѣ клѣтокъ сѣмянъ клещевины или касторки (*Ricinus communis*), съ хорошо выраженными бѣлковыми кристаллами и глобондами.

Въ сѣменахъ нашихъ злаковъ, напримѣръ, въ зернахъ пшеницы (*Triticum vulgare*) имѣются весьма мелкія, но многочисленныя алейроновыя зерна, безъ всякихъ включеній (безъ кристалловъ и глобондовъ), въ наружномъ слоѣ клѣтокъ, лежащемъ непосредственно подъ сѣменной кожурой (см. рис. 151, *al*). Этотъ наружный слой клѣтокъ содержитъ въ себѣ лишь алейроновыя зерна, клѣтки же остальной части сѣмени туго набиты почти однимъ крахмаломъ (*am*). Если на поперечный разрѣзъ пшеничнаго зерна подѣйствовать растворомъ іода, то слой клѣтокъ, содержащій въ себѣ алейронъ, окрасится въ желто-бурый цвѣтъ (реакція на бѣлковыя вещества), а остальные глубже лежащіе слои въ синій цвѣтъ (реакція на крахмалъ).

Кромѣ алейроновыхъ зеренъ запасной бѣлокъ можетъ

встрѣчаются въ растительныхъ клеткахъ въ видѣ бѣлковыхъ кристалловъ. Бѣлковые кристаллы сравнительно весьма обыкновенны въ тканяхъ растений. Бѣлковые кристаллы встрѣчаются не только въ алейроновыхъ зернахъ или бѣл-

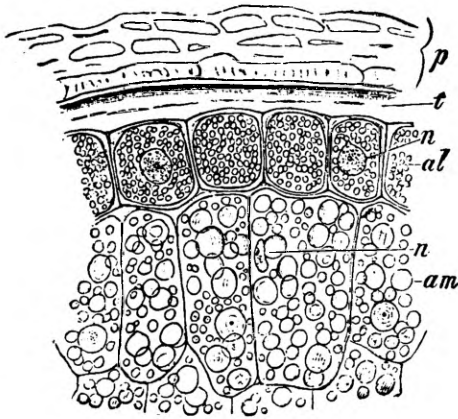


Рис. 151. Наружная часть поперечнаго разрёза зерна пшеницы (*Triticum vulgare*): *p* — околоплодникъ, *t* — кожура съмени. Къ съменной кожурѣ примыкаетъ ткань, называемая эндоспермомъ; въ этой ткани находятся алейроновые зерна (*al*) и зерна крахмала (*am*); *n* — клеточное ядро; увел. 240 разъ.

ковыхъ вакуоляхъ, но попадаютъ также въ лейкопластахъ (напримѣръ, у *Phajus grandifolius*), непосредственно въ цитоплазмѣ (напримѣръ, въ периферическихъ, бѣдныхъ крахмаломъ клеткахъ картофельныхъ клубней) и даже въ клеточномъ ядрѣ (часто въ семействѣ *Scrophulariaceae* — норичниковыхъ, и *Oleaceae* — маслиновыхъ). Кристаллы эти, равно и алейроновые зерна, являются такими же, но азотистыми запасными веществами, какъ крахмалъ и содержаемое клеточнаго сока,

и представляютъ мертвые включения клетки, продуктъ жизнедѣятельности различныхъ живыхъ составныхъ частей ея. Что кристаллы эти мертвые продукты клетки, явствуетъ между прочимъ изъ того, что, подобно другимъ мертвымъ бѣлковымъ тѣламъ, напримѣръ, убитой плазмѣ, они могутъ вбирать въ себя красящія вещества и легко разбухать въ водѣ или въ слабомъ растворѣ ѣдкаго кали. Разбухая, они сильно увеличиваются въ объемѣ, не утрачивая однако своей кристаллической формы.

Лекція тринадцатая.

Клѣточная оболочка. Ея наружное строеніе.

Самымъ замѣчательнымъ продуктомъ жизнедѣятельности клѣтки являются, однако, не мертвыя включенія клѣтки, а ея оболочка. Я говорилъ уже вамъ на одной изъ предыдущихъ лекцій, что, когда растительныя клѣтки были открыты, то первое, на что обратили вниманіе изслѣдователи, была именно **клѣточная оболочка**, и ей то долгое время придавали первенствующее значеніе. Но, послѣ открытія внутренняго живого содержимаго клѣтки, ея протоплазмы, все вниманіе ученыхъ направилось на это живое содержимое, которое долго и тщательно изслѣдовалось со всѣхъ сторонъ и разными способами. Протоплазму фиксировали, окрашивали, умерщвляли, подвергали дѣйствию всевозможныхъ химическихъ реактивовъ, чтобы только проникнуть въ тайну строенія и жизни живого вещества. Однако вскорѣ клѣточная оболочка снова привлекла къ себѣ вниманіе наблюдателей, но теперь на нее взглянули иначе. Къ ней подошли уже не какъ къ существеннѣйшей части клѣтки, а какъ къ замѣчательнѣйшему производному клѣтки, какъ къ результату жизнедѣятельности живой части клѣтки — протоплазмы. Клѣтки могутъ быть и голыя, безъ клѣточной оболочки. Таковы, на примѣръ, извѣстныя уже намъ зоогонидіи водорослей или пласмодіи миксомицетовъ. Но, просуществовавъ б. и. м. долгое время въ видѣ голыхъ, лишенныхъ оболочки протопластовъ, зоогонидіи или пласмодіи все же въ концѣ концовъ высачиваютъ на своей поверхности оболочку. Зоогонидія водоросли, проплававъ нѣкоторое время въ водѣ, осѣ-

даетъ, втягиваетъ свои рѣснички и высачиваетъ на поверхности своей стекловидную прозрачную тонкую оболочку, которая такимъ образомъ является результатомъ жизнедѣятельности цитоплазмы, и именно наружнаго ея слоя — дерматоплазмы. Будучи производнымъ плазмы, клѣточная оболочка рѣзко отличается однако отъ нея по химическому составу, ибо, подобно крахмалу, клѣточная оболочка состоитъ изъ органическаго вещества безазотистаго. Клѣточная оболочка, только что образовавшаяся, обыкновенно построена изъ углевода, по составу своему изомернаго съ крахмаломъ, имѣющаго, слѣдовательно, химическую формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$ и называемаго **целлюлёзой** или **клѣтчаткой**. Подобно крахмалу, чистая целлюлёза окрашивается отъ іода въ синій цвѣтъ, но крахмаль окрашивается въ синій цвѣтъ отъ чистаго іода, а целлюлёза обнаруживаетъ ту же реакцію окрашиванія отъ іода съ сѣрной кислотой или отъ хлоръ-цинкъ-іода. Въ данномъ случаѣ примѣсь сѣрной кислоты или хлористаго цинка необходима потому, что вещества эти переводятъ целлюлёзу въ амилозу, которая затѣмъ и окрашивается іодомъ въ синій цвѣтъ. Сходство целлюлёзы съ крахмаломъ не ограничивается изомѣрнымъ химическимъ составомъ и одинаковымъ окрашиваніемъ отъ сходныхъ микрохимическихъ реактивовъ. Мы знаемъ, что целлюлёза, подобно крахмалу, даетъ въ поляризованномъ свѣтѣ черный крестъ, обнаруживая тѣмъ свое кристаллическое строеніе. Мы увидимъ далѣе, что клѣточные оболочки способны утолщаться, образуя при томъ такую же слоистость, какъ и крахмальные зерна. Механика роста въ толщину клѣточныхъ оболочекъ и ихъ характерная слоистость несомнѣнно происходятъ такъ же, какъ и у крахмальныхъ зеренъ, а потому, для пониманія этихъ интимнѣйшихъ явленій въ жизни клѣтки, надо изучать параллельно и одновременно и крахмальное зерно, и клѣточную оболочку, что и дѣлали не разъ многіе ученые, старавшіеся проникнуть въ сущность образованія и роста крахмальныхъ зеренъ и клѣточныхъ оболочекъ. Существенная разница между этими двумя продуктами жизнедѣятельности клѣтки заключается однако въ томъ, что крахмальные зерна — производныя пластидъ, и явленія, въ нихъ происходящія, проще, тогда какъ клѣточная оболочка есть продуктъ жизнедѣятельности цито-

плазмы и, какъ сейчасъ увидимъ, косвенно, продуктъ жизнедѣятельности клѣточного ядра, процессы же, разыгрывающіеся въ клѣточной оболочкѣ, гораздо сложнѣе таковыхъ въ крахмальномъ зернѣ.

Если зоогонидіи водорослей просто высачиваютъ на поверхности своей клѣточную оболочку, то въ конусахъ наро-

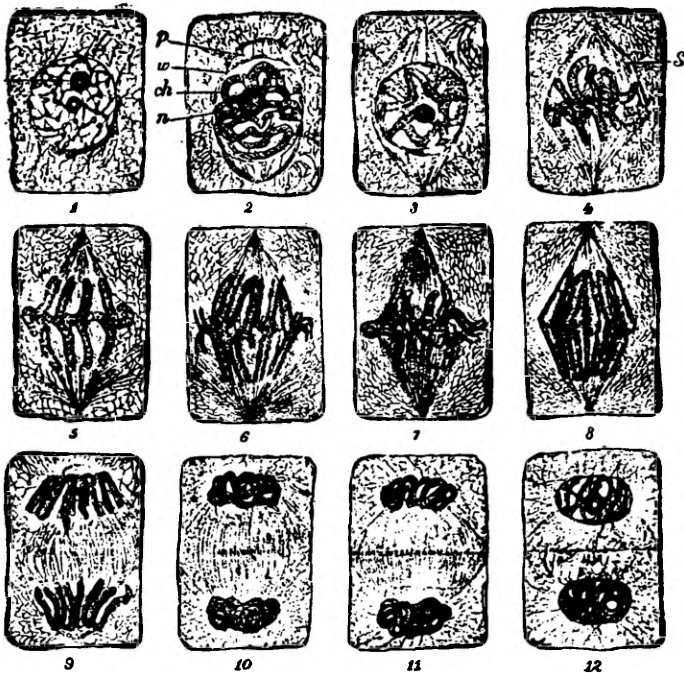


Рис. 152. Послѣовательныя стадіи каріокINETического дѣленія клѣтки: *n* — ядрышко, *ch* — хромозомы, *w* — ядерная оболочка, *p* — образование ядернаго веретена на полюсахъ ядра, *s* — нити ядернаго веретена. На рис. 10—12 начало заложения поперечной клѣточной перегородки.

станія высихъ растений (см. рис. 155) образование клѣточныхъ оболочекъ или перегородокъ происходитъ значительно сложнѣе и зависитъ, хотя бы косвенно, отъ дѣленія клѣточного ядра. Мы знакомы уже съ сложнымъ процессомъ каріокINETического дѣленія ядра (см. рис. 152). Когда дѣленіе ядра уже заканчивается и дочернія хромозомы расходятся къ полюсамъ, образуя дочерніе клубки, между ними еще долгое время остаются сдерживающія волокна веретена, простирающіяся отъ одного полюса къ другому, въ видѣ соедини-

тельныхъ нитей (см. рис. 152, фиг. 9). Число ихъ при этомъ даже увеличивается появленіемъ между ними новыхъ соединительныхъ нитей въ экваторіальной плоскости (фиг. 10). Послѣ этого онѣ образуютъ боченкообразное тѣло, которое или вполнѣ отдѣляется отъ новообразующихся дочернихъ ядеръ, или же остается соединеннымъ съ ними периферической оболочкой, такъ называемой **соединительной сумкой**. Вскорѣ послѣ этого каждая изъ соединительныхъ нитей вздувается въ экваторіальной плоскости (фиг. 11), вслѣдствіе чего образуется, такъ называемая, **клѣточная пластинка**, разсѣкающая каріокINETическую фигуру дѣленія по экватору на двѣ равныя части. Если дѣлящаяся клѣтка богата плазмой и имѣетъ незначительную ширину,

то весь комплексъ соединительныхъ нитей достигаетъ боковыхъ стѣнокъ клѣтки со всѣхъ сторонъ (фиг. 12), и черезъ сліяніе вещества элементовъ клѣточной пластинки образуется въ экваторѣ цитоплазматическій кожистый слой, который расщепляется и выдѣляется въ плоскости расщепленія целлюлёзную поперечную перегородку, которая сразу дѣлитъ материнскую клѣтку на двѣ дочернія клѣтки (фиг. 12). Если же дѣлящаяся клѣтка содержитъ въ себѣ большую соковую полость и имѣетъ значительную ширину, то комплексъ соединительныхъ нитей веретена не въ состояніи пересѣчь сразу всю клѣтку: въ такомъ случаѣ поперечная перегородка образуется не сразу, а постепенно (см. рис. 153); а именно, сначала образуется та часть перегородки, которая примыкаетъ къ боковой стѣнкѣ материнской клѣтки, близъ которой расположено раздѣлившееся надвое ядро (см. рис. 153, А); затѣмъ образуется слѣдующая часть перегородки, причемъ раздѣлившееся ядро съ веретеномъ своимъ подвигается къ серединѣ дѣлящейся клѣтки (фиг. В), а клѣточная пластинка разрастается въ сторону движенія веретена, отходя вмѣстѣ съ тѣмъ отъ уже образовавшихся частей перегородки; такъ продолжается далѣе, пока раздѣлившаяся пара ядеръ съ веретеномъ своимъ не достигнетъ противоположной стѣнки клѣтки и вся клѣтка

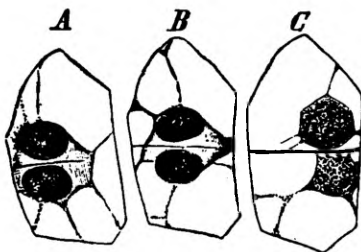


Рис. 153. Три стадіи дѣленія одной и той же клѣтки у *Epiractis palustris*. Передвиженіе клѣточного ядра слѣва направо. Увел. 365 разъ.

не раздѣлится пополамъ новообразовавшейся клѣточной оболочкой. Тутъ еще яснѣе видна зависимость образования клѣточной оболочки не только отъ цитоплазмы, но и отъ клѣточного ядра.

У грибовъ и водорослей поперечныя перегородки при дѣленіи клѣтки образуются не внутри комплекса соединительныхъ нитей веретена, а возникаютъ или сразу цѣликомъ въ раньше образовавшихся цитоплазматическихъ пластинкахъ, или постепенно, наростая отъ стѣнки материнской во внутреннюю ея полость на подобіе суживающейся диафрагмы (см. рис. 154). Въ этихъ случаяхъ поперечная перегородка появляется сначала въ видѣ

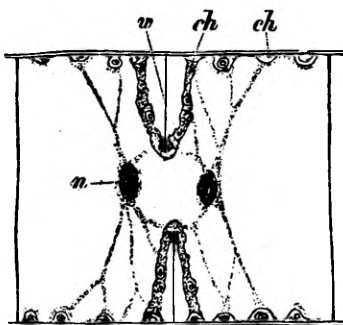


Рис. 154. Клѣтка спиригиры во время дѣленія: *n* — дочернее клѣточное ядро, *w* — наростающая поперечная перегородка, *ch* — лента хлорофилла, отгѣсняемая этой перегородкой внутрь клѣтки; увелич. 230 разъ.

кольцеобразнаго валика у стѣнки материнской клѣтки, затѣмъ она постепенно внѣдряется все глубже и глубже въ тѣло протопласта, пока не пересѣчетъ его совершенно. Образованію этой перегородки предшествуетъ дѣленіе клѣточного ядра, и новая поперечная перегородка (*w*) образуется въ одинаковомъ разстояніи отъ обоихъ новообразовавшихся дочернихъ ядеръ (*n*).

Высшія растенія начинаютъ свое развитіе, какъ мы вскорѣ увидимъ, съ одной единственной голой

яйцеклѣтки, которая сначала не имѣетъ оболочки, но окружается ею въ послѣдствіи, обыкновенно послѣ оплодотворенія. Эта оболочка выдѣляется всей поверхностью голаго оплодотвореннаго протопласта и является, слѣдовательно, производнымъ наружнаго слоя цитоплазмы, дерматоплазмы, такъ же, какъ и у зоогонидій водорослей. Окончательно образовавшаяся такимъ образомъ клѣтка быстро растетъ и дѣлится пополамъ, образуя поперечную перегородку. Дочернія клѣтки въ свою очередь растутъ и опять дѣлятся надвое, и этотъ процессъ дѣленія клѣтокъ быстро идетъ впередъ, въ результатъ чего получается цѣлая сумма такъ называемыхъ паренхиматическихъ клѣтокъ, образующихъ первичную паренхимную ткань или первичную меристему. Такая же первичная

меристема находится въ растеніяхъ во всѣхъ точкахъ роста его, напримѣръ, въ конусахъ нарастанія стебля (см. рис. 155) или корня и въ другихъ растущихъ молодыхъ частяхъ растенія. Въ этихъ мѣстахъ всѣ клѣтки отграничены другъ отъ друга чрезвычайно тонкими поперечными перегородками. При быстромъ размноженіи клѣтокъ, которое происходитъ въ конусахъ нарастанія, постоянно по всѣмъ направленіямъ вставляются при этомъ новыя перегородки между прежними. Но на нѣкоторомъ разстояніи отъ вершины конуса нараста-

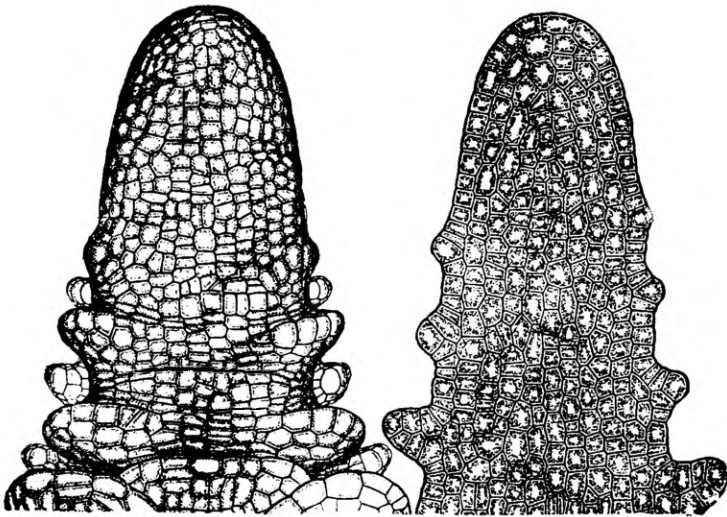


Рис. 155. Конусъ нарастанія стебля водяного растенія (*Elodea*) съ поверхности и въ продольномъ разрѣзѣ. Бугорки представляютъ зачатки возникающихъ будущихъ листьевъ растенія.

нія начинается ростъ клѣтокъ и самого органа въ длину, и этотъ ростъ въ длину клѣтокъ сопровождается соответственнымъ **плоскостнымъ ростомъ** клѣточныхъ оболочекъ. Въ продолженіе такого плоскостного роста клѣточные оболочки остаются однако тонкими, а самъ ростъ оболочки сопровождается при этомъ обыкновенно внѣдреніемъ въ нее изъ дерматоплазмы новыхъ частицъ вещества оболочки. Иногда, впрочемъ, такого внѣдренія новыхъ частицъ не бываетъ, оболочка клѣтки растягивается и утончается, и тогда для ея подкрѣпленія на нее отлагаются изъ цитоплазмы новые слои вещества оболочки. Ростъ оболочки черезъ внѣдреніе вещества называется **интуссусцепціей**, а черезъ наложеніе — ап-

позиціей. Обыкновенно въ болѣе старыхъ, но еще растущихъ въ длину клѣткахъ или въ клѣткахъ, достигнувшихъ своего предѣльнаго роста, оболочка начинаетъ утолщаться; надъ оболочкой продолжаетъ далѣе работать цитоплазма клѣтки, отлагая на нее новые слои вещества оболочки. Это утолщеніе оболочки клѣтки совнутри происходитъ, вѣроятно, главнымъ образомъ путемъ аппозиціи, но весьма вѣроятно, что и явленія интусусцепціи играютъ здѣсь роль. Во всякомъ случаѣ постепенно получается все болѣе и болѣе толстая и при томъ слоистая оболочка (см. рис. 156), въ которой, такъ же какъ въ крахмальномъ зернѣ, болѣе толстые и плотные слои чередуются съ слоями болѣе тонкими и ме-

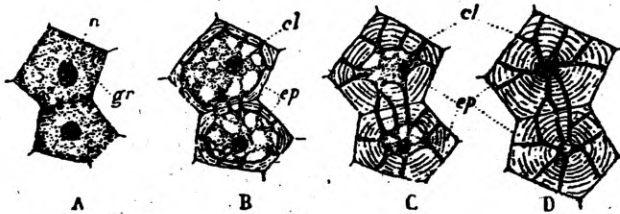


Рис. 156. Разрастаніе клѣтки и утолщеніе оболочки ея съ образованіемъ простыхъ поръ: *A* — молодыя клѣтки съ тонкими оболочками. *B—D* — послѣдовательное утолщеніе клѣточныхъ оболочекъ: *n* — клѣточное ядро, *gr* — скопленіе зернистой цитоплазмы, *ep* — слои утолщенія оболочки, *cl* — поры въ видѣ каналцевъ.

нѣе плотными, отличаясь при томъ же отъ нихъ болѣе сильнымъ преломленіемъ свѣта. Въ нѣкоторыхъ клѣткахъ утолщеніе оболочки идетъ такъ далеко, что утолстившаяся оболочка можетъ занять почти весь просвѣтъ клѣтки (*D*), и живому содержимому остается очень мало мѣста внутри клѣтки, и оно въ концѣ концовъ помираетъ и уничтожается. Такія клѣтки съ утолщенными оболочками и лишеныя подъ конецъ живого своего содержания, называются мертвыми клѣтками. Онѣ не могутъ проявлять тогда жизненныхъ свойствъ клѣтки, не могутъ питаться, дышать, расти и размножаться, подобно молодымъ паренхимнымъ клѣткамъ. Какъ увидимъ впослѣдствіи, въ тѣлѣ высшихъ растений имѣется немало мертвыхъ клѣтокъ наряду съ клѣтками живыми. Мертвыя клѣтки имѣютъ однако же свое особое значеніе для растенія. Скопленіе мертвыхъ клѣтокъ съ сильно утолщенными оболочками образуетъ такъ называемую ме-

ханическую ткань растений, играющую роль скелета и придающую прочность растительному тѣлу. Другіе мертвые элементы играютъ роль проводящихъ воду трубокъ, или, будучи расположены снаружи, такіе мертвые элементы предохраняютъ внутреннія живыя ткани растенія отъ внѣшнихъ неблагоприятныхъ условій, напримѣръ, отъ высыхания (пробковая ткань), отъ поврежденія животными и т. д.

Въ утолщенной клѣточной оболочкѣ, кромѣ слоистости, можно нерѣдко наблюдать и такъ называемую **полосатость**, если разсматривать такую оболочку съ поверхности, вращая притомъ же микрометрическимъ винтомъ микроскопа. Полосатость эта (см. рис. 157) пересѣкаетъ обыкновенно наискось продольную ось клѣтки, и въ двухъ послѣдовательныхъ слояхъ утолщенія бываетъ б. ч. направлена въ противоположныя стороны.

Нерѣдко сильно утолщенные оболочки клѣтокъ обнаруживаютъ обособленія на три различныхъ по своимъ оптическимъ и химическимъ свойствамъ части, и тогда ихъ отличаютъ другъ отъ друга подъ именемъ **первичныхъ, вторичныхъ и третичныхъ слоевъ утолщенія** (см. рис. 158). Утолщеніе въ стѣнкахъ клѣтки идетъ сонутри кнаружи, а потому самымъ старымъ слоемъ утолщенія является первичный слой или такъ называемая **первичная клѣточная оболочка**, обыкновенно весьма тонкая. Вторичные слои утолщенія занимаютъ почти всю толщу стѣнки клѣтки, и самые молодые изъ нихъ находятся внутри клѣтки. Третичный же слой утолщенія, самый молодой, обычно тоже тонкій, находится внутри клѣтки въ непосредственномъ соприкосновеніи съ цитоплазмой или съ полостью клѣтки (если клѣтка мертвая); онъ б. ч. сильнѣе всѣхъ преломляетъ свѣтъ и называется **внутреннимъ слоемъ** или **пограничной пленкой**. Первичная оболочка клѣтки обыкновенно



Рис. 157. Часть склеренхимнаго волокна *Vinca major*. Полосатость наружныхъ слоевъ утолщенія оболочки выступаетъ въ рѣзче полосатости внутреннихъ слоевъ. На рисунокъ нанесены также и внутреннія границы стѣнки, видимыя въ оптическомъ разрѣзѣ лишь при соотвѣстственно болѣе низкой установкѣ трубки микроскопа. Увел. 500 разъ.

бываетъ сплошной; это — та самая оболочка, которая сплошнымъ слоемъ высачивается голыми протопластами или которая въ видѣ сплошной перегородки образуется изъ клѣточной пластинки при каріокинезѣ. Но вторичные и третичные слои утолщенія рѣдко бываютъ сплошными. Утолщеніе оболочки происходитъ обыкновенно неравномѣрно. Вторичные и третичные слои утолщенія въ однихъ мѣстахъ накладываются совнутри клѣтки на первичную оболочку, которая въ другихъ мѣстахъ остается не утолщенной, тонкой. Обычно утолщеніе клѣточной оболочки идетъ б. и. м. сплошь, оставляя лишь на первичной оболочкѣ тутъ и тамъ небольшія округлыя или эллиптическія не утолщенные мѣста.

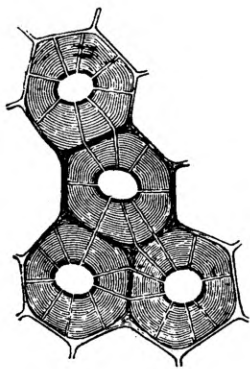


Рис. 158. Поперечный разрѣзъ черезъ утолщенные клѣтки въ сосудисто волокнистыхъ пучкахъ папоротника — *Scolopendrium*, съ поровыми каналами или продушинами, соединяющими клѣтки другъ съ другомъ, и съ первичными вторичными и третичными слоями утолщенія.

Въ результатъ, въ утолщенной оболочкѣ клѣтки образуются узкіе **поровые каналы** или **продушины**, пронизывающіе толщу клѣточной стѣнки, открывающіеся отверстиями въ полость клѣтки, но затянутые тонкой первичной оболочкой съ внѣшней стороны клѣтки. При этомъ въ смежныхъ клѣткахъ поровые каналы всегда приходятся одинъ противъ другого (см. рис. 158); они разъединены другъ отъ друга только тонкой, легко пропускающей воду и воздухъ первичной клѣточной перегородкой, называемой **закрывающей перепонкой**, а потому даже толсто-стѣнные клѣтки могутъ долго оставаться живыми, ибо черезъ поровые каналы эти

возможенъ обмѣнъ воды, воздуха и растворенныхъ въ водѣ веществъ между двумя сосѣдними клѣтками. Если смотрѣть подъ микроскопомъ на такія клѣтки не въ разрѣзѣ, какъ на нашемъ рисункѣ, а съ поверхности, то каналы эти представляются въ видѣ мелкихъ округлыхъ или эллиптическихъ отверстій или поръ или въ видѣ узкихъ щелей, и про такія клѣтки говорятъ, что онѣ имѣютъ **пористое утолщеніе стѣнокъ**. Круглыя поры свойственны обычно паренхимнымъ клѣткамъ, т. е. клѣткамъ, одинаково развитымъ въ длину, ширину и толщину. Щелевидныя и эллиптическія поры

встрѣчаются обыкновенно у клѣтокъ прозенхимныхъ, т. е. сильно вытянутыхъ въ длину.

Нерѣдко при пористомъ утолщеніи два или нѣсколько каналовъ при дальнѣйшемъ утолщеніи стѣнки клѣтки соединяются въ одинъ, и тогда такіе поровые каналы называютъ **развѣтвленными каналами** или **развѣтвленными продушинами** (см. рис. 159). Обыкновенно продушины эти очень узки и встрѣчаются преимущественно въ сильно утолщенныхъ и твердыхъ клѣточныхъ оболочкахъ, какъ, напримѣръ, у такъ называемыхъ **каменистыхъ клѣтокъ** или **склерейдъ**.

Обычно поровой каналъ имѣетъ одинъ и тотъ же діаметръ на всемъ своемъ протяженіи, а потому, если смотрѣть на него сверху, въ проэкціи, то онъ представляется въ видѣ **простой поры**. Но нерѣдко встрѣчаются у растений такъ называемыя **окаймленныя поры**. Съ поверхности онѣ имѣютъ видъ двухъ концентрическихъ кружковъ (см. рис. 160, 161, А, 162, В).

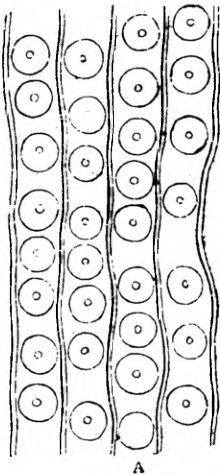


Рис. 160. Окаймленныя поры древесныхъ волоконъ сосны.

а внутренній кружокъ представляетъ очертаніе устья канала, которымъ онъ открывается въ полость клѣтки. Такъ какъ въ смежной клѣткѣ на томъ же мѣстѣ находится такой же каналъ, то оба вмѣстѣ образуютъ чечевицеобразную полость (см. рис. 162, А), раздѣленную посрединѣ перегородкою,

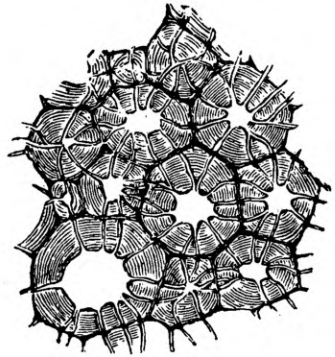


Рис. 159. Группа толстостѣнныхъ паренхимныхъ клѣтокъ, съ простыми и развѣтвленными поровыми каналами или продушинами изъ мякоти груши.

называемую **закрывающей перепонкой**. Закрывающая перепонка эта посрединѣ утолщена и образуетъ такъ называемую **бляшку (torus)** (см. рис. 161, В, t, 162, А).

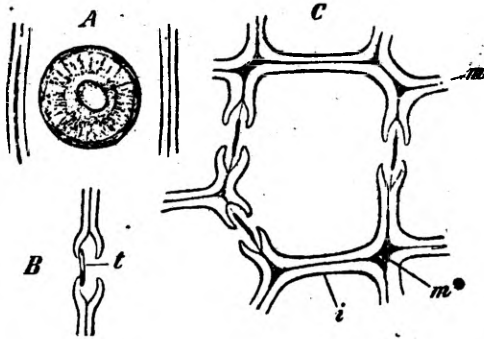


Рис. 161. Окаймленные поры древесныхъ волоконъ сосны (*Pinus sibirica*): А — видъ съ поверхности; В — окаймленная пора въ тангентальномъ разрѣзѣ, t — бляшка или торусъ; С — поперечный разрѣзъ волокна, т — срединная пластинка, m* — межклеточное вещество, i — третичный или самый внутренній слой утолщенія; увелич. 540 разъ.

Закрывающая перепонка въ состояніи дугообразно выгибаться въ ту или иную сторону и закрывать своей бляшкой узкое отверстіе (устье) съ той или другой стороны окаймленной продушины (см. рис. 161, В), играя при этомъ роль клапана между двумя клетками, проводящими воду. Особенно часто встрѣчаются такія окаймленные поры въ клеткахъ древесины хвойныхъ.

Интересныя продушины наблюдаются въ наружныхъ стѣнкахъ нѣкоторыхъ усиковъ, напримѣръ, у тыквы (см. рис. 163, 164). Эти продушины сильно



Рис. 162. Окаймленные поры сосны: А — продольный разрѣзъ черезъ пору, В — видъ съ поверхности.

расширены кнаружи и наполнены цитоплазмой. Иногда среди цитоплазмы встрѣчается въ такой продушинѣ маленький кристалликъ щавелевокислой извести (см. рис. Рис. 163. Видъ на верхнюю поверхность нѣсколькихъ клетокъ кожицы съ чувствительной стороны усика тыквы (*Cucurbita Pepo*) съ щупальцевыми продушинами (s); увелич. 450 разъ

164, s). Цитоплазма въ продушинѣ служитъ для вос-

пріятія и передачи раздраженія отъ прикосновенія усика къ твердымъ предметамъ (своего рода органъ осязанія). Продушины эти названы были **щупальцевыми продушинами**.

Хотя простые и окаймленные поровые каналы или продушины двухъ сосѣднихъ клѣтокъ и разъединены другъ отъ друга замыкающей перепонкой или первичной оболочкой клѣтки, сплошь одѣвающей содержимое клѣтки, однако, разъединеніе это не абсолютное. Новѣйшія изслѣдованія показали, что растительные протопласты, заполняющіе живыя клѣтки, соединяются другъ съ другомъ посредствомъ весьма тонкихъ нитей цитоплазмы, отходящихъ отъ

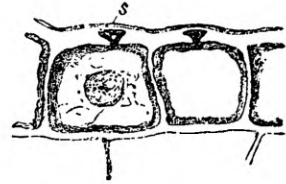


Рис. 164. Поперечный разрѣзъ черезъ чувствительную эпидермальную клѣтку усика тыквы; въ щупальцевой продушинѣ (s) находится очень мелкій кристалликъ щавелевокислой извести; увелич. 450 разъ.

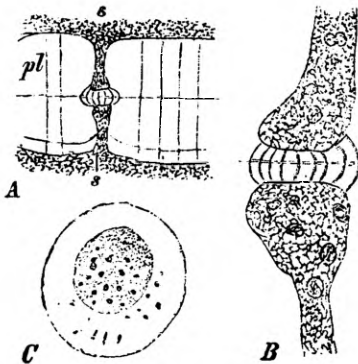


Рис. 165. Плазмодезмы: *A* — часть нѣскольکو разбухшей стѣнки изъ эндосмерма слоновой пальмы (*Phytelphas macrocarpa*); при *s* и *s* наполненные цитоплазмой stalkивающіеся продушинные каналы двухъ смежныхъ клѣтокъ; въ замыкающей ихъ перепонкѣ видны нѣжныя плазмодезмы; кромѣ того видны также и плазмодезмы *pl*, пронизывающія всю толщу клѣточной стѣнки; увелич. 375 разъ. *B* — содержимое двухъ stalkивающихся продушинныхъ каналовъ и плазмодезмы въ замыкающей перепонкѣ, при увелич. 1500 разъ. *C* — устье продушиннаго канала и плазмодезмы замыкающей перепонки, при разсматриваніи ихъ съ поверхности, при увелич. 1500 разъ.

кожистаго слоя и называемыхъ **плазмодезмами**. Нити эти, въ видѣ телеграфныхъ или телефонныхъ проволокъ, пронизываютъ какъ замыкающія перепонки продушинъ, такъ нерѣдко и всю толщу утолщенныхъ клѣточныхъ стѣнокъ (см. рис. 165, *pl*), и такимъ образомъ между всѣми живыми протопластами, населяющими клѣтки даннаго организма, устанавливается непосредственное сношеніе при помощи тончайшихъ нитей живого вещества, при помощи плазмодезмы. Эти плазмодезмы — своего рода нервы растений, и ихъ присутствіемъ въ утолщенныхъ клѣточныхъ оболочкахъ объясняется, между прочимъ, и явленіе передачи раздраженія, съ которымъ мы познакомились на одной изъ предыдущихъ лекцій.

Гораздо болѣе толстыми тяжами цитоплазмы, служащими для непосредственнаго обмѣна веществъ, соединяются другъ съ другомъ такъ называемыя **ситовидныя трубки** (см. рис. 166). Это длинныя вытянутыя въ длину тонкостѣнныя клѣтки, съ тонкимъ слоемъ стѣнкоположной плазмы (*B, pr*), но безъ клѣточныхъ ядеръ. Соковое пространство такихъ клѣтокъ заполнено б. и. м. густымъ или разжиженнымъ бѣлковымъ содержимымъ (*B, u, D*) и мелкими крахмальными зернами;

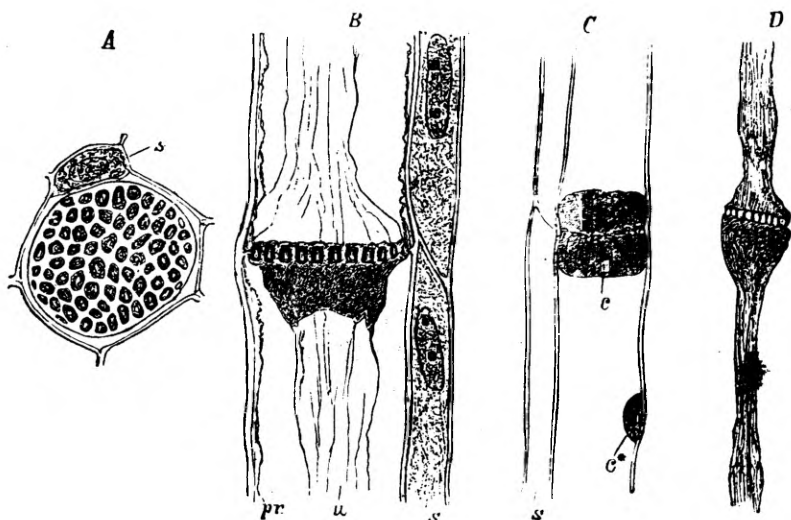


Рис. 166. Части ситовидныхъ трубокъ тыквы (*Cucurbita Pepo*). послѣ уплотненія въ спиртъ: *A* — ситовидная пластинка сверху, *B* и *C* — два смежныхъ члена ситовидной трубки въ продольномъ разрѣзѣ, *D* — содержимое двухъ членовъ ситовидной трубки послѣ обработки сѣрной кислотой; *s* — сопровождающія клѣтки или клѣтки-спутницы, *u* — бѣлковое содержимое, *pr* — стѣнкоположный слой цитоплазмы, *c* — мозолистая или каллюсовая пластинка, *c** — маленькая боковая ситовидная продушина съ каллюсовой (мозолистой) пластинкой; увелич. 540 разъ.

клѣтки же отдѣлены другъ отъ друга поперечными, такъ называемыми **ситовидными пластинками** (см. рис. 166, *A*). Ситовидныя пластинки эти представляютъ замыкающія первичныя перепонки, частью утолщенныя, частью продырявленныя на подобіе сита или рѣшета. Сквозь эти то отверстія ситовидныхъ пластинокъ и проходятъ цитоплазматическіе тяжи изъ одной клѣтки въ другую. Въ ситовидныхъ трубкахъ ситовидныя пластинки встрѣчаются не только въ поперечныхъ ихъ стѣнкахъ, но иногда наблюдаются онѣ и въ боковыхъ стѣнкахъ (см. рис. 166, *C, c**). Передъ пре-

кращеніемъ своей дѣятельности, ситовидныя трубки закупориваются особымъ веществомъ — каллозой, которая отлагается на ситовидныхъ пластинкахъ съ одной или съ обѣихъ сторонъ ихъ въ видѣ **МОЗОЛИСТЫХЪ** или **КАЛЛЮСОВЫХЪ ПЛАСТИНОКЪ** (*C, c*), сильно преломляющихъ свѣтъ и совершенно прекращающихъ сообщеніе между двумя сосѣдними клѣтками.

Въ растительныхъ тканяхъ встрѣчаются и такія клѣтки, бѣльшая часть оболочки которыхъ остается не утолщенной;

тогда утолщенія такихъ оболочекъ получаютъ въ видѣ отдѣльныхъ спиральныхъ лентъ, колець, или въ видѣ сѣтки и лѣстницы; утолщенія эти называются **спиральными**, **кольчатыми**, **сѣтчатыми** или **лѣстничными**; они б. ч. встрѣчаются въ оболочкахъ сильно удлиненныхъ клѣтокъ, рано лишающихся своего живого содержимаго и предназначенныхъ для

проведенія воды, такъ же какъ и клѣтки съ окаймленными порами (см. рис. 167). Утолщенія эти, весьма рано залагающіяся, имѣютъ цѣлью усилить механическую крѣпость такихъ сильно

вытянутыхъ въ длину клѣтокъ, не препятствуя ихъ первоначальному усиленному росту въ длину, а въ готовомъ состояніи предохраняютъ проводящіе пути эти отъ сдавливанія сосѣдними живыми сильно тургоресцирующими клѣтками. У нѣкоторыхъ живыхъ клѣтокъ, образующихъ особую механическую ткань, называемую **КОЛЛЕНХИМОЙ**, клѣточная оболочка сильно утолщается лишь въ углахъ клѣтокъ, по ребрамъ (см. рис. 168, *c*); у клѣтокъ, расположенныхъ на поверхности растенія и образующихъ наружную кожу или эпидерму какого либо органа, весьма часто сильно утолщаются лишь наружныя стѣнки клѣтокъ, одѣвающіяся снаружи еще особой непроницаемой пленкой — **КУТИКУЛОЙ** (см. рис. 168, *e*).

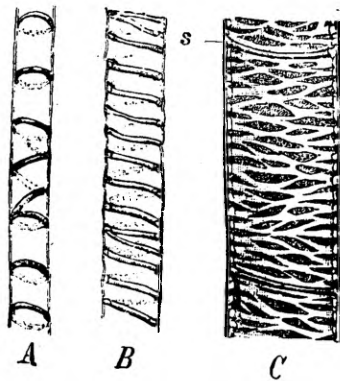


Рис. 167. Часть двухъ трахеидъ и одного сосуда: *A* — кольчато-спиральная трахеида; *B* — спиральная трахеида; *C* — сѣтчато-утолщенный сосудъ, вдоль разрѣзанный съ одной стороны, *s* — одна изъ продырявленныхъ поперечныхъ перегородокъ; увелич. 240 разъ.

Весьма оригинальныя мѣстныя утолщенія клѣточной оболочки наблюдаются въ особо крупныхъ клѣткахъ нѣкоторыхъ

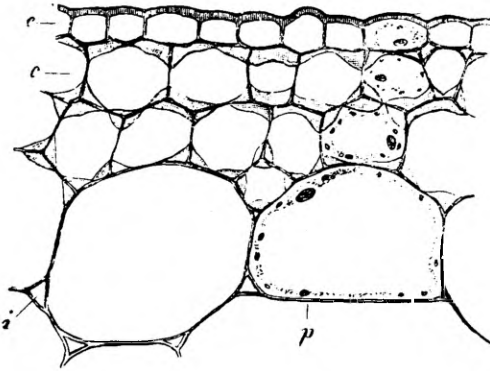


Рис. 168. Поперечный разръзъ черезъ наружную часть стебля *Impatiens parviflora*; с — колленхима, е — кожа, р — тонкостѣнные клѣтки паренхимы, i — межкѣтнники; увелич. 300 разъ.

растений, напримѣръ, крапивныхъ или бурачниковыхъ. У нихъ въ клѣткахъ образуются такъ называемые **ЦИСТОЛИТЫ**. Это б. ч. гроздевидныя образования, пропитанныя углекислой известью. Цистолитъ образуется слѣдующимъ образомъ: клѣточная оболочка начинаетъ сильно утолщаться въ одномъ лишь мѣстѣ; сначала при этомъ вырастаетъ

внутри клѣтки б. и. м. тонкая ножка цистолита, но затѣмъ разрастается сильно и все лопастное или гроздевидное тѣло цистолита (см. рис. 169) и заполняетъ собою большую часть полости клѣтки, пропитываясь вмѣстѣ съ тѣмъ обильно углекислой известью. Основа цистолита состоитъ изъ целлюлёзы или клѣтчатки, обнаруживающей слоистость и полосатость, свойственныя вообще клѣточнымъ оболочкамъ и крахмальнымъ зернамъ.

Всѣ до сихъ поръ рассмотрѣнные многочисленныя случаи утолщенія клѣточной оболочки относятся къ разряду утолщеній **центростремительныхъ**, т. е. идущихъ въ направлении отъ периферіи къ центру

кѣтки и объ-
ясняемыхъ

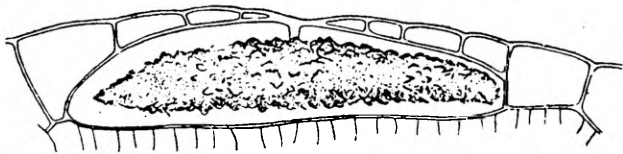


Рис. 169. Кожица *Boehmeria* изъ семейства *Urticaceae* съ цистолитомъ, сильно увеличено.

дальнѣйшей жизнедѣятельностью клѣточной цитоплазмы. Цитоплазма, высачивъ на поверхность свою тонкую целлюлёзную оболочку, не остается въ дальнѣйшей жизни своей индифферентной къ своему одѣянью. Подобно желающей нравиться

кокеткѣ, цитоплазма продолжаетъ далѣе работать надъ своей оболочкой и, утолщая ее, украшаетъ различными, иногда весьма причудливыми узорами — порами, простыми и окаймленными, колечками, спиралями, сѣточками и т. д.

Но клѣточные оболочки имѣютъ иногда и другого рода утолщенія — утолщенія **центробѣжныя**. Такія утолщенія,

вполнѣ понятно, могутъ получиться лишь у клѣтокъ, имѣющихъ свободную наружную поверхность. Такъ, у многихъ волосковъ наружная поверхность ихъ оболочекъ обнаруживаетъ нерѣдко маленькіе выступы, въ видѣ бугорковъ.

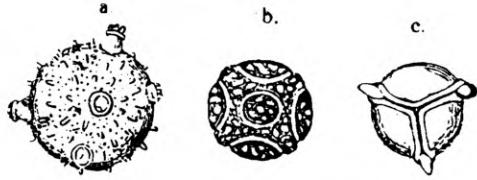


Рис. 170. Разныя формы пылинокъ цвѣтковыхъ растений съ центробѣжными утолщеніями ихъ наружныхъ оболочекъ.

Но особенно разнообразныя скульптурныя украшенія наблюдаемъ мы на наружныхъ оболочкахъ споръ и пыльцы тычинокъ (см. рис. 170). Оболочки эти въ готовомъ видѣ бывають покрыты бородавочками, иглами, гребешками, сѣткою и т. д. Пылинки и споры многихъ растений бывають снабжены иногда такимъ характернымъ и причудливымъ наружнымъ узоромъ, что по одному скульптурному украшенію этому можно нерѣдко опредѣлить, какому растенію принадлежитъ та или иная цвѣтневая пылинка или спора.

Лекція чотирнадцатая.

Клѣточная оболочка. Ея химическое строеніе.

На прошлой лекціи мы видѣли, сколь разнообразныя морфологическія измѣненія претерпѣваетъ клѣточная оболочка у разныхъ растительныхъ клѣтокъ. Не менѣе разнообразны и химическія измѣненія, претерпѣваемыя клѣточной оболочкой въ теченіе жизни различныхъ клѣтокъ.

Молодая клѣточная оболочка почти всѣхъ растений, за исключеніемъ большей части грибовъ, состоитъ, какъ мы уже знаемъ, изъ **целлюлёзы** или **клѣтчатки**, такого же химического состава, какъ крахмалъ и инулинъ, т. е. это — углеводъ, формула котораго $(C_6 H_{10} O_5)_n$. Целлюлёза не растворима въ слабыхъ кислотахъ и щелочахъ, но растворяется въ крѣпкой сѣрной кислотѣ, превращаясь при этомъ въ **декстрозу**. Отъ хлоръ-цинкъ-іода или отъ іода съ сѣрной кислотой целлюлёза окрашивается въ синій цвѣтъ. Джилльсон у удалось получить целлюлёзу въ кристаллическомъ состояніи въ видѣ сферитовъ или кристаллическихъ дендритовъ.

Кромѣ целлюлёзы, въ составъ клѣточныхъ оболочекъ входятъ, однако, и другія химическія вещества. Особенно замѣчательны между ними **пектиновыя соединенія** (пектоза, пектиновая кислота); вещества эти весьма близки по химическому составу своему къ углеводамъ, но точный составъ ихъ еще не извѣстенъ. Пектиновыя соединенія легко растворимы въ щелочахъ, послѣ предварительной обработки слабыми кислотами.

По изслѣдованіямъ Манжена, поперечная перегородка, образуемая при дѣленіи клѣтокъ высихъ растений, состоитъ не изъ целлюлёзы, а

почти исключительно изъ пектиновыхъ соединеній; вторичные слои утолщенія клѣточной оболочки слагаются изъ целлюлёзы и пектиновыхъ соединеній, и лишь третичный, самый внутренній и молодой слой утолщенія состоитъ почти изъ чистой целлюлёзы (ср. рис. 158).

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ построеніи клѣточныхъ оболочекъ принимаетъ участіе особое вещество, называемое **каллозой** или **мозолистымъ веществомъ**, неизвѣстнаго химическаго состава. Каллоза принимаетъ участіе при закупориваніи ситовидныхъ трубокъ по окончаніи ихъ жизнедѣятельности (см. рис. 166, *C, c, c**), какъ мы видѣли на прошлой лекціи; она встрѣчается также, напримѣръ, въ цистолитахъ (см. рис. 169). Отъ хлоръ-цинкъ-іода каллоза окрашивается не въ синій, а въ красно-бурый цвѣтъ; въ блестяще-красный цвѣтъ окрашивается каллоза отъ кораллина или розоловой кислоты.

Оболочки грибныхъ клѣтокъ слагаются изъ такъ называемаго **хитина**, принадлежащаго къ разряду пектиновыхъ веществъ.

Целлюлёзную или пектиновую реакцію¹⁾ можно обнаружить обыкновенно лишь въ молодыхъ клѣточныхъ оболочкахъ. Въ клѣткахъ болѣе старыхъ оболочка обычно, если и не всегда, претерпѣваетъ различныя вторичныя химическія измѣненія. Такъ, напримѣръ, клѣточные оболочки могутъ одеревенѣть или опробковѣть; при этомъ мѣняются физическія и химическія свойства клѣточныхъ оболочекъ, и отношенія ихъ къ микрохимическимъ реакціямъ.

Одеревенѣніе клѣточной оболочки происходитъ, по Чапеку, вслѣдствіе внѣдренія во вторичные слои оболочки особаго вещества — **ходромала**. Ходромаль — это ароматическій альдегидъ, и присутствіемъ его въ клѣточной оболочкѣ обуславливаются характерныя микрохимическія реакціи на „древесинное вещество“ или такъ называвшійся прежде „**лигнинъ**“ Одеревенѣлыя оболочки окрашиваются въ красивый фіолетовый цвѣтъ отъ дѣйствія флороглюцина съ соляной кислотой и въ золотисто-желтый цвѣтъ отъ сѣрнокислаго анилина. Отъ дѣйствія хлоръ-цинкъ-іода одеревенѣлая

1) Пектиновыя соединенія хорошо окрашиваются сафраниномъ и метиленовой синькой, а краска конго-ротъ является характернымъ реактивомъ на целлюлёзу.

оболочка окрашивается уже не въ синій, а въ желтый цвѣтъ. Но если выварить одеревенѣлую оболочку въ ѣдкой щелочи, то этимъ самымъ мы удалимъ ходромаль, и оболочка снова начнетъ синѣть отъ хлоръ-цинкъ-іода, обнаруживая тѣмъ самымъ свое целлюлёзное строеніе. Значитъ, при одеревенѣніи оболочки частицы ходромала изъ цитоплазмы внѣдряются между частицами целлюлёзы.

Опробковѣлыя оболочки содержатъ въ себѣ другое вещество — **суберинъ**. Такія оболочки отъ хлоръ-цинкъ-іода окрашиваются въ желто-бурый цвѣтъ, а отъ дѣйствія ѣдкаго кали — въ желтый цвѣтъ.

При одеревенѣніи или опробковѣніи оболочекъ соответствующія вещества отлагаются главнымъ образомъ во вторичныхъ слояхъ оболочки. Третичный слой ея остается б. ч. при этомъ безъ измѣненія и обнаруживаетъ по прежнему характерную реакцію на целлюлёзу, т. е. отъ хлоръ-цинкъ-іода синѣетъ.

Въ жизни клѣтки и всего растенія одеревенѣніе и опробковѣніе играютъ весьма важную роль. Пробковѣющая оболочка становится непроницаемой для воды и газовъ; поэтому опробковѣлыя клѣтки лишены своего живого содержания, а ткань изъ такихъ опробковѣлыхъ клѣтокъ, такъ называемая **пробка**, обычно располагается на наружной поверхности растенія. Пробковая ткань защищаетъ внутреннія живыя ткани растенія отъ высыханія и, вообще, отъ неблагоприятныхъ внѣшнихъ условій. Бутылочная пробка, которой закупориваютъ бутылки, потому и употребляется для этой цѣли, ибо она не пропускаетъ черезъ себя воду и воздухъ; она получается, обыкновенно, изъ коры такъ называемаго **пробковаго дуба**, растущаго въ южной Европѣ, по берегу Средиземнаго моря; въ корѣ этого дерева особенно мощно развита пробковая ткань; но и у другихъ деревьевъ пробковая ткань встрѣчается въ корѣ б. и. м. тонкими или толстыми слоями.

Одеревенѣвшая оболочка, напротивъ, легко проницаема для воды и газовъ, а потому одеревенѣніе клѣточныхъ стѣнокъ не сопровождается непременно смертью живого содержимаго клѣтки. Правда, въ растеніяхъ встрѣчается не мало мертвыхъ элементовъ съ одеревенѣвшими стѣнками, но, наряду съ ними, попадаютъ одеревенѣвшія клѣтки и живыя. Одеревенѣвшія оболочки отличаются бѣльшей механической прочностью и легкой проницаемостью для воды.

Поэтому одеревенѣлые элементы встрѣчаются въ тѣлѣ растенія тамъ, гдѣ нужно придать части растенія большую крѣпость, напримѣръ, въ косточкахъ плодовъ, въ стволахъ деревьевъ (древесина), или гдѣ требуется быстро разносить воду по растенію, напримѣръ, въ жилкахъ (сосудисто-волокнуистыхъ пучкахъ) стеблей и листьевъ. У подводныхъ растеній почти не наблюдается въ ихъ тканяхъ клѣтокъ съ одеревенѣлыми оболочками; это и понятно: подводныя растенія, по условіямъ своей жизни, не нуждаются въ особой механической прочности тканей и не расходуютъ воды черезъ испареніе, какъ сухопутныя растенія, а потому и не нуждаются въ быстрой передачѣ воды по стеблю къ листьямъ, совершающей при посредствѣ клѣтокъ съ одеревенѣлыми оболочками.

Съ опробковѣніемъ довольно сходна **кутинизація** клѣточныхъ оболочекъ. Она состоитъ въ послѣдующемъ внѣдреніи **кутина** въ целлюлёзныя оболочки. Наружныя стѣнки клѣтокъ кожицы или эпидермиса, какъ мы видѣли раньше, обыкновенно бывають покрыты слоемъ кутикулы, надкожицы, пропитанной кутиномъ. Кутинизованныя оболочки такъ же не пропускають черезъ себя воду и воздухъ, какъ и оболочки опробковѣлыя, и обнаруживаютъ тѣ же самыя окрашиванія отъ хлоръ-цинкъ-іода и ѣдкаго кали, что и опробковѣлыя оболочки. Тѣ и другія оболочки нерастворимы также въ сѣрной кислотѣ и амміачной окиси мѣди.

Совсѣмъ молодыя целлюлёзныя оболочки весьма легко растяжимы, но очень мало эластичны, но съ возрастомъ отношенія эти б. ч. мѣняются въ обратную сторону. По мѣрѣ одеревенѣнія клѣточные оболочки дѣлаются прочнѣе, и сопротивляемость ихъ увеличивается.

Кромѣ описанныхъ здѣсь измѣненій въ химическомъ составѣ клѣточныхъ оболочекъ и рука объ руку съ этимъ и измѣненій физическихъ свойствъ стѣнокъ клѣтокъ, у разныхъ растеній наблюдаются иногда и другія измѣненія въ химизмѣ клѣточныхъ оболочекъ.

У нѣкоторыхъ растеній клѣточные оболочки могутъ легко **ослизняться** при пропитываніи ихъ водою; это явленіе замѣчается у плодовъ (шалфей) и сѣмянъ (лень, айва, крестоцвѣтныя и др.) нѣкоторыхъ растеній. При помощи такихъ ослизнѣлыхъ оболочекъ сѣмена и плоды крѣпко прилипають къ почвѣ и такимъ образомъ получаютъ хорошую

опору при прорастаніи. У другихъ растений, напримѣръ, у вишни, акации и др., твердыя клѣточные оболочки ихъ клѣтокъ легко превращаются въ камеди. **Камеди** и **слизи** имѣютъ различныя свойства, смотря по тому, происходятъ ли онѣ изъ целлюлёзы, каллозы или изъ пектиновыхъ соединений.

Въ сѣменахъ нѣкоторыхъ пальмъ стѣнки клѣтокъ снабжены твердыми слоями утолщенія, пронизанными многочисленными продушинами (ср. рис. 158, 159) и имѣющими блестящій бѣлый цвѣтъ. Твердость ихъ равна твердости слоновой кости и, напримѣръ, сѣмена пальмы *Phytelephas macrocarpa* извѣстны подъ названіемъ „растительной слоновой кости“ и употребляются въ токарномъ дѣлѣ для приготовленія изъ нихъ набалдашниковъ, запонокъ, пуговиць и т. п. Такія твердыя клѣточные оболочки, кромѣ целлюлёзы, содержатъ въ себѣ и другіе углеводы, напримѣръ, **амилоидъ**, окрашивающійся іодомъ въ синій цвѣтъ. При прорастаніи такихъ сѣмянъ, называемыхъ **роговыми** сѣменами (сѣмена пальмъ, кофе, піона, *Tropaeolum* и др.), твердые слои утолщенія ихъ клѣтокъ постепенно растворяются и идутъ въ пищу прорастающаго растенія. Здѣсь, значитъ, сильно утолщенная клѣточная оболочка, состоящая изъ целлюлёзы и другихъ углеводовъ, служитъ запаснымъ питательнымъ веществомъ сѣмени.

Клѣточные оболочки могутъ пропитываться и окрашиваться разными производными **дубильныхъ веществъ** въ темныя цвѣта, иногда совсѣмъ въ черный цвѣтъ, что наблюдается, напримѣръ, въ кожурѣ многихъ сѣмянъ или въ древесинѣ различныхъ цѣнныхъ окрашенныхъ древесныхъ породъ (черное дерево, красное дерево и т. д.).

Кромѣ рассмотрѣнныхъ органическихъ веществъ, б. и. м. сильно пропитывающихъ старыя клѣточные оболочки и измѣняющихъ ихъ физическія и химическія свойства, въ каждой болѣе старой оболочкѣ наблюдаются отложенія и неорганическихъ веществъ, иногда въ весьма значительномъ количествѣ. Такъ, клѣточные оболочки могутъ быть пропитаны **щавелевокислой известью**, **углекислой известью**, **кремнеземомъ**. Въ цистолитахъ нѣкоторыхъ растений, напримѣръ, *Ficus elastica*, *Boehmeria* и др. (см. рис. 169), отлагается такъ много углекислой извести, что при прибавленіи соляной кислоты цистолиты начинаютъ шипѣть и пѣниться. Водоросли — хары содержатъ въ стѣнкахъ клѣтокъ своихъ ог-

ромное количество углекислой извести, отчего стебли ихъ дѣлаются весьма твердыми, но вмѣстѣ съ тѣмъ и ломкими. Нѣкоторыя красныя морскія водоросли пропитаны известью настолько, что онѣ напоминаютъ собою кораллы. Щавелевокислая известь встрѣчается въ стѣнкахъ нѣкоторыхъ клѣтокъ въ кристаллическомъ видѣ. Кремнезѣмъ отлагается въ поверхностныхъ стѣнкахъ клѣтокъ злаковъ, хвощей и многихъ другихъ растеній и придаетъ имъ въ большинствѣ случаевъ весьма значительную крѣпость и твердость. Нѣкоторые хвощи имѣютъ настолько твердые и крѣпкіе стебли, вслѣдствіе пропитыванія стѣнокъ клѣтокъ ихъ кремнезѣмомъ, что употребляются въ столярномъ дѣлѣ въ качествѣ полировочнаго матеріала. Крѣпость соломинъ хлѣбныхъ злаковъ зависитъ отъ кремнезѣма, пропитывающаго стѣнки ихъ клѣтокъ, а наблюдаемое иногда такъ называемое полеганіе злаковъ объясняется малымъ количествомъ кремнезѣма въ почвѣ и, слѣдовательно, малымъ его количествомъ въ соотвѣтствующихъ клѣточныхъ стѣнкахъ.

Изъ всего вышесказаннаго мы видимъ, сколь разнообразны морфологическія и химическія измѣненія, претерпѣваемые клѣточной оболочкой въ теченіе жизни клѣтки, ея выдѣлившей. Всѣ эти измѣненія могутъ, однако же, происходить лишь до тѣхъ поръ, пока живо внутреннее содержимое клѣтки, ея протопласть. Протопласть клѣтки не только выдѣляетъ на своей поверхности клѣточную оболочку, но, пока онъ живъ, все время неустанно работаетъ надъ нею, украшая ее, придавая ей бѣольшую прочность и вообще приспособляя ее къ своимъ жизненнымъ потребностямъ. При этомъ изъ клѣточной протоплазмы новыя вещества клѣточной оболочки налагаются на нее путемъ аппозиціи или внѣдряются въ нее путемъ интуссусцепціи. Но сама клѣточная оболочка есть, несомнѣнно, такой же мертвый продуктъ жизнедѣятельности клѣтки какъ и мертвыя ея включенія (крахмальныя зерна, клѣточный сокъ, алейроновыя зерна и др.). Такъ думаетъ въ настоящее время большинство ученыхъ съ Пфефферомъ во главѣ. Существуетъ, однако, и другое воззрѣніе на клѣточную оболочку и на механику ея роста и измѣненій, въ ней происходящихъ. По мнѣнію Визнера, клѣточная оболочка — живой продуктъ клѣтки. Визнеръ полагаетъ, что ра-

стущая и измѣняющаяся клѣточная оболочка вся пронизана тонкими нитями цитоплазмы, и эти то нити и производятъ всю ту сложную химическую и морфологическую работу въ толщѣ клѣточной оболочки, въ результатѣ которой и является ея сложное морфологическое строеніе и всевозможныя химическія измѣненія. Одними явлениями аппозиціи и интусусцепціи Визнеръ не можетъ объяснить всѣ сложныя измѣненія въ структурѣ и химическомъ составѣ клѣточныхъ оболочекъ. Явленія слоистости и полосатости клѣточной оболочки, различныя явленія утолщенія клѣточной оболочки и образованія въ ней простыхъ и окаймленныхъ продушинъ, ситовидныхъ пластинокъ, мозолистыхъ тѣлъ, разнообразныя процессы одеревенѣнія, опробковѣнія, кутикуляризаціи, пропитыванія кремнеземомъ или известью и т. д. — всѣ эти безчисленные сложные процессы, происходящіе въ клѣточной оболочкѣ живой клѣтки и обыкновенно при томъ же полезные, цѣлесообразныя для той или иной клѣтки, Визнеръ отказывается понять при условіи, если считать клѣточную оболочку мертвымъ продуктомъ жизнедѣятельности наружнаго слоя цитоплазмы и отчасти клѣточного ядра. И только допуская, что и оболочка есть частью живая составная часть клѣтки, что во все время строительства клѣточной оболочки она во всей своей толщѣ пронизана тончайшими нитями живой цитоплазмы, которыя регулируютъ и направляютъ строительные процессы, происходящіе въ клѣточной оболочкѣ, можно, по Визнеру, приблизиться къ понимаю механики роста и измѣненій, происходящихъ въ клѣточной оболочкѣ живой клѣтки. Визнеръ сравниваетъ клѣточную оболочку живой клѣтки со строящейся стѣной зданія, по лѣсамъ которой постоянно снуютъ каменщики, штукатурщики и др. рабочіе. Такими живыми рабочими, работающими надъ построеніемъ клѣточной оболочки, и являются, по Визнеру, тончайшія нити живой цитоплазмы, пронизывающія измѣняющуюся оболочку, а архитекторомъ, направляющимъ всю эту сложную строительную работу, является живой протопластъ клѣтки, строящій въ каждомъ данномъ случаѣ именно такую клѣточную оболочку, которая необходима для него по условіямъ его дальнѣйшей жизнедѣятельности и по положенію его среди остальныхъ живыхъ протопластовъ даннаго организма.

Лекція пятнадцатая.

Продукты метаморфоза растительныхъ клѣтокъ.

Въ цѣломъ рядѣ лекцій мы очень подробно ознакомились съ строеніемъ растительной клѣтки, м. б. подробнѣе, чѣмъ коснулись другихъ вопросовъ строенія и жизни растений. Сдѣлалъ я это, однако, умышленно, ибо растительная клѣтка есть альфа и омега строенія и жизни растений. Зная строеніе и жизнь клѣтки, этого основного кирпича растительнаго тѣла, мы въ сущности уже значительно приблизились къ пониманію строенія и жизни вообще растений, и не только растений низшихъ, но и высшихъ. Ибо жизнь растенія—это сумма жизней составляющихъ его клѣтокъ, а зная хорошо слагаемые, не трудно понять и усвоить себѣ сумму этихъ слагаемыхъ, т. е. все растеніе. Тѣло растенія слагается изъ клѣтокъ, а жизнь растенія, даже самаго сложнаго, начинается съ одной единственной клѣтки, оплодотворенной яйцеклѣтки. Анатомическое строеніе различныхъ органовъ растеній весьма сложно. Кромѣ типичныхъ клѣтокъ, въ построеніи различныхъ частей растенія принимаютъ участіе и другіе гистологическіе элементы — прозенхимныя волокна, воду проводящія трубки, такъ называемые сосуды, ситовидныя трубки, млечники и т. д. Какъ съ перваго взгляда ни отличаются всѣ эти гистологическіе элементы отъ типичныхъ клѣтокъ, съ оболочкой, плазматическимъ содержимымъ, ядромъ, ядрышкомъ и пластидами, а равно и разнообразными мертвыми включеніями протоплазмы, однако, какъ увидимъ сейчасъ, эти

гистологическіе элементы по существу своему не представляютъ чего-либо новаго, существеннаго. Всѣ эти гистологическіе элементы суть производныя все той же типической живой клѣтки; они происходятъ изъ типичныхъ клѣтокъ путемъ дальнѣйшаго ихъ разрастанія и измѣненія, путемъ метаморфоза. Какъ во внѣшней архитектурѣ растений мы все огромное, неисчислимое разнообразіе растительнаго тѣла можемъ свести къ метаморфозу всего трехъ основныхъ морфологическихъ органовъ растенія: корня, стебля и листа, такъ и во внутренней его архитектурѣ, какъ бы сложно и разнообразно оно на первый взглядъ намъ ни казалось, мы все это разнообразіе можемъ свести къ одной всего гистологической единицѣ — къ клѣткѣ. Всѣ остальные гистологическія единицы, изъ которыхъ слагается подчасъ весьма сложное анатомическое строеніе растенія и его органовъ, суть ни что иное, какъ тѣ же, но метаморфозированныя клѣтки. Ученіе о метаморфозѣ, основанное знаменитымъ ботаникомъ —



Рис. 171. Одноклѣточная водоросль *Pleurococcus vulgaris*; послѣдовательныя дѣленія клѣтки.

Линнеемъ и великимъ натуръ-философомъ и поэтомъ — Гёте, оказалось одинаково плодотворнымъ и на поприщѣ изученія внѣшней морфологіи растений, и на обширномъ полѣ дѣятельности растительныхъ гистологовъ и анатомовъ.

Цитоплазма, какъ мы уже видѣли, составляетъ основу жизни и строенія клѣтки. Такъ какъ цитоплазма имѣетъ полужидкую консистенцію, то, вслѣдствіе основныхъ физическихъ законовъ, вслѣдствіе законовъ гидростатическаго давленія, она естественно стремится принять форму шара, ибо только въ формѣ шара устанавливается равновѣсіе всякаго жидкаго или полужидкаго тѣла. Поэтому самой естественной первоначальной формой клѣтки будетъ форма шарообразная или б. и. м. приближающаяся къ шарообразной. И дѣйствительно, мы видимъ, что клѣтки одиночныя, каковы, напримѣръ, голыя зоогонидіи водорослей (см. рис. 85, на стр. 83), одиночныя одноклѣточные водоросли (см. рис. 171) или грибы (см. рис. 179), яйцеклѣтки низшихъ (см. рис. 90) и высшихъ (см. рис. 87) растений, споры низшихъ растений и пыльцевыя зерна растений высшихъ (см. рис. 170), всѣ эти и подобныя имъ одиночныя клѣтки, голыя

или одѣтыя оболочкой, имѣютъ либо форму шара, либо эллипсоида, или, вообще, форму, б. и. м. приближающуюся къ шарообразной. Въ молодыхъ частяхъ высшихъ растений, на примѣръ, въ конусахъ нарастанія стебля (см. рис. 155), корней, въ мѣстахъ роста листьевъ и т. д. молодыя клѣтки находятся въ соединеніи другъ съ другомъ и во взаимномъ давленіи. Вслѣдствіе такого именно взаимнаго надавливанія другъ на друга потенциально шаровидныя клѣтки не могутъ удержать свою первоначальную шаровидную форму и дѣлаются многогранными, б. и. м. приближаясь, однако, къ шаровидной формѣ, имѣя одинаковое протяженіе по всѣмъ тремъ пространственнымъ направленіямъ — въ длину, ширину и высоту. Такія многогранныя, приближающіяся къ шару клѣтки являются типичными **паренхимными клѣтками**. Но молодые органы растений, слагающіеся вначалѣ изъ клѣтокъ паренхимныхъ, обычно растутъ, и ростъ ихъ б. ч. бываетъ неравномѣрнымъ. Или органы эти сильнѣе растутъ въ длину и медленнѣе въ ширину и толщину, или, наоборотъ, оставаясь укороченными въ длину, органы растений широко разрастаются, на примѣръ, въ ширину или толщину. Неравномѣрный ростъ органа растенія, состоящаго первоначально изъ многогранныхъ паренхимныхъ клѣтокъ, сопровождается неравномѣрнымъ ростомъ и клѣтокъ, его составляющихъ. Кубическія или многогранныя клѣтки вегетативныхъ точекъ роста или конусовъ нарастанія могутъ при этомъ вытягиваться б. и. м. сильно въ длину и мало по малу принимать удлиненно-призматическую форму, или, наоборотъ, задерживаясь въ ростѣ въ длину, такія паренхимныя клѣтки могутъ усиленно расти въ ширину и толщину и, оставаясь короткими, принимать форму табличекъ. Такія таблитчатыя или вытянутыя въ длину призматическія клѣточки, происшедшія отъ неравномѣрнаго роста ихъ въ одномъ изъ трехъ направленій, все еще называются, однако, паренхимными клѣтками. Но если клѣтки, при дальнѣйшемъ ростѣ своемъ, сильно разрастаются въ длину и при этомъ на обоихъ концахъ своихъ сильно заостряются, то получаютъ такъ называемыя **прозенхимныя клѣтки** или прозенхимные гистологическіе элементы. Прозенхимные элементы съ сильно утолщенными стѣнками и обыкновенно съ косыми щелевидными порами въ толщѣ стѣнокъ называются **склеренхимными волокнами**

(см. рис. 172, фиг. 1). Совершенно готовые склеренхимныя волокна или абсолютно лишены живого содержимаго, будучи наполнены либо воздухомъ, либо водой, или содержатъ въ себѣ очень мало живого содержимаго. Они представляютъ обыкновенно **механическіе элементы** органовъ растения, придаютъ крѣпость его тканямъ и называются тогда **стереидами**. Оболочки ихъ или остаются целлюлёзными — это будутъ **лубяныя волокна**, или одеревенѣваютъ — тогда они называются **древесными волокнами**. Склеренхимныя волокна, происшедшія вслѣдствіе усиленнаго роста

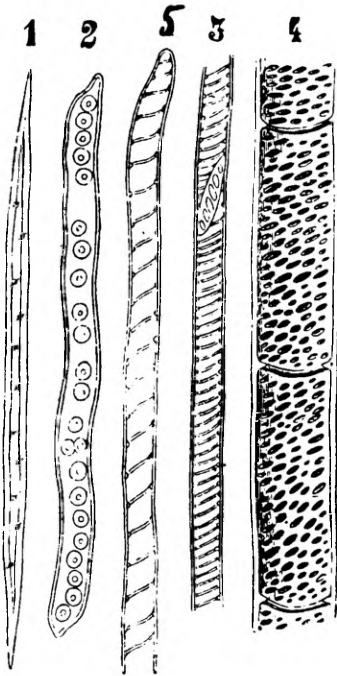


Рис. 172. Различныя формы метаморфозированныхъ клѣтокъ: 1 — склеренхимное волокно съ косыми щелевидными порами, 2 — трахеида съ окаймленными порами, 3 — трахеидальный сосудъ съ спиральными утолщеніями, 4 — сосудъ точечный, 5 — сосудная трахеида съ спиральными утолщеніями.

одной единственной клѣтки, могутъ достигать огромной величины въ длину, въ особенности лубяныя волокна нѣкоторыхъ прядильныхъ растений (льна, конопли, джута). **Трахеидами** (см. рис. 172, фиг. 2) называются болѣе короткіе и, главное, болѣе широкіе гистологическіе элементы, большею частью съ слабо заостренными и даже закругленными концами, происшедшіе, однако же, такъ же какъ и стереиды, изъ разрастанія въ длину одной единственной сначала паренхимной клѣтки. Трахеиды обыкновенно снабжены окаймленными порами, имѣютъ нѣсколько утолщенную и одеревенѣлую оболочку, въ готовомъ состояніи всегда лишены живого содержимаго (мертвые гистологическіе элементы) и служатъ для проведенія воды по растенію (см. рис. 172, фиг. 2). Особенно сильно вытянутые и утолщенные трахеиды, имѣющія весьма узкую

внутреннюю полость и функционирующія, подобно склеренхимнымъ волокнамъ, какъ механическіе элементы, называются **волоковидными трахеидами**. Наоборотъ, очень длинныя,

но тонкостѣнные трахеиды, имѣющія широкую внутреннюю полость и служащія для проведенія воды, называются **сосудными трахеидами** (см. рис. 172, фиг. 5); эти послѣднія имѣютъ, обыкновенно, кольчатая, спиральныя или сѣтчатыя утолщенія и иногда снабжены также окаймленными порами. У трахеидъ всѣхъ родовъ всегда стѣнки одеревенѣлыя, тогда какъ у склеренхимныхъ волоконъ, какъ мы видѣли, сильно утолщенныя стѣнки ихъ могутъ быть и целлюлёзными, и одеревенѣлыми.

Всѣ только что описанные гистологическіе элементы являются продуктами разрастанія въ длину одной первоначально перенхимной клѣтки; это метафорфозированныя и приспособленныя къ опредѣленнымъ физиологическимъ функциямъ клѣтки, на примѣръ, къ функции проведенія воды или къ функции механической, приданія прочности данному органу или ткани. Въ растительномъ тѣлѣ встрѣчаются, однако, тоже весьма удлиненыя гистологическіе элементы, въ видѣ трубокъ, но происшедшіе не изъ одной единственной клѣтки, путемъ ея разрастанія, а изъ цѣлага ряда первоначально паренхимныхъ клѣтокъ, путемъ ихъ сліянія. Сліяніе это является результатомъ растворенія или резорбированія первоначально имѣвшихся поперечныхъ перегородокъ. Такіе гистологическіе элементы называются **сосудами** или **трахеями** (см. рис. 172, фиг. 3 и 4).

Наиболѣе приближаются къ типичнымъ клѣткамъ описанные уже на прошлой лекціи **ситовидныя трубки** или **ситовидные сосуды** (см. рис. 173). Оболочка ихъ, какъ вы помните, тонкая, целлюлёзная. Живое содержимое сохраняется въ нихъ въ видѣ постѣннаго слоя цитоплазмы (*B*, *pr*), но безъ ядеръ. Содержимое этихъ трубокъ — б. и. м. сильно разжиженные растворы бѣлковыхъ веществъ (*B*, *u*, *D*) и почти всегда мелкія крахмальныя зерна. Ситовидныя трубки происходятъ путемъ сліянія сильно въ длину растущихъ паренхиматическихъ клѣтокъ, причемъ поперечныя перегородки, раздѣляющія первоначально эти клѣтки, продырявливаются въ видѣ рѣшета или сита (*A*), и цитоплазма смежныхъ клѣтокъ приходитъ въ непосредственное соприкосновеніе другъ съ другомъ черезъ отверстія такихъ ситовидныхъ поперечныхъ пластинокъ (*B*, *D*). Нерѣдко образуются и на вытянутыхъ боковыхъ стѣнкахъ ситовидныхъ трубокъ небольшія ситовидныя продушины, черезъ которыя сообщаются

щаются между собою рядомъ лежащія ситовидныя трубки (*C, c**). Обыкновенно ситовидныя трубки сопровождаются такъ называемыми **клетками спутницами** или **сопровождающими клетками** (*A, s, B, s*). Это — сильно вытянутыя тонкостѣнные перенхиматическія клетки, богатыя цитоплазмой и съ ядрами въ плазмѣ. Ситовидныя трубки встрѣчаются въ корѣ деревьевъ и въ такъ называемой лубяной части сосудисто-волокнистыхъ пучковъ или жилокъ (см. рис. 174, *l*).

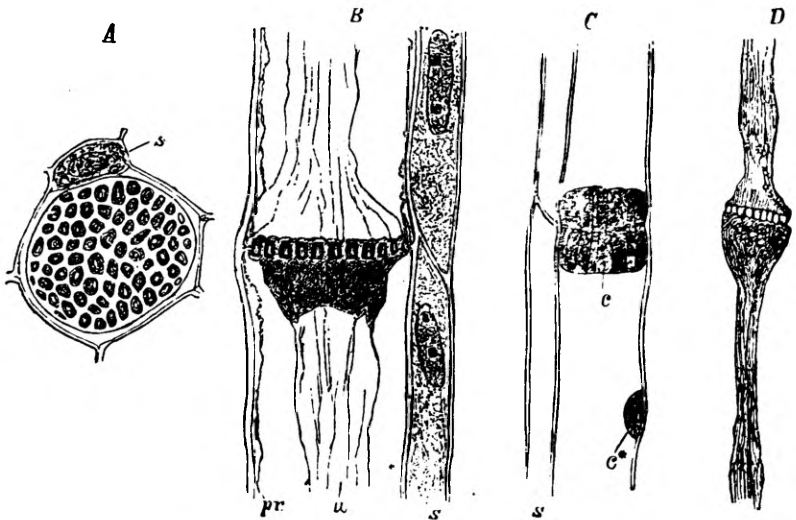


Рис. 173. Части ситовидныхъ трубокъ тыквы (*Cucurbita Pepo*), послѣ уплотненія въ спиртѣ: *A* — ситовидная пластинка сверху, *B* и *C* — два смежныхъ члена ситовидной трубки въ продольномъ разрѣзѣ, *D* — содержимое двухъ членовъ ситовидной трубки послѣ обработки сѣрной кислотой; *s* — сопровождающія клетки или клетки-спутницы, *u* — бѣловое содержимое, *pr* — стѣноположный слой цитоплазмы, *c* — мозолистая или каллюсовая пластинка, *c** — маленькая боковая ситовидная продушина съ каллюсовой (мозолистой) пластинкой; увелич. 540 разъ.

Настоящіе **сосуды** или **трахеи** обыкновенно встрѣчаются въ древесинѣ деревьевъ или въ древесной части сосудисто-волокнистыхъ пучковъ или жилокъ растений. Сосуды — тоже продуктъ сліянія первоначально бывшихъ паренхимными клеткамъ, но здѣсь сліяніе клеткамъ болѣе полное, чѣмъ у ситовидныхъ трубокъ, гдѣ границы между слившимися клетками всегда обозначены ситовидными пластинками. Сосуды въ готовомъ видѣ представляютъ б. и. м. длинныя трубки, лишеныя живого содержимаго, съ тонкими, но одревенѣлыми стѣнками. Полость сосуда наполнена водою съ

растворенными въ ней минеральными веществами или воздухомъ, нерѣдко сильно разрѣженнымъ. Тонкія стѣнки сосудовъ имѣютъ различнаго рода узоры отъ неравномѣрнаго утолщенія стѣнокъ сосудовъ. Различаютъ обыкновенно по этимъ утолщеніямъ сосуды спиральные (см. рис. 174, *e*), кольчатые (*b*), сѣтчатые (*d*). Точечные сосуды (*g*) имѣютъ поры, б. ч. окаймленные. Что сосуды произошли не путемъ

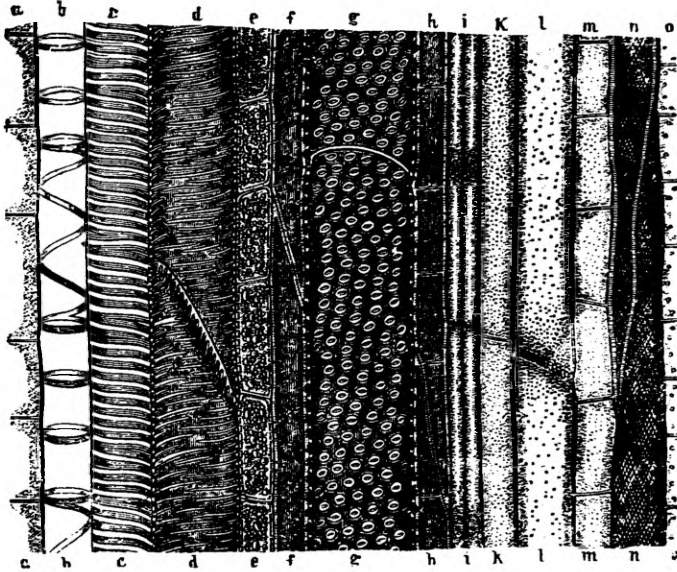


Рис. 174. Продольный разрѣзъ открытаго сосудисто-волоконистаго пучка изъ стебля двудольнаго: отъ *b* до *i* — древесная часть пучка, отъ *i* до *n* — лубяная его часть; *i* — камбій раздѣляющій обѣ части пучка; *a* — паренхима сердцевины, *b* — сосудъ съ кольчатымъ и спиральнымъ утолщеніемъ, *c* — спиральный сосудъ, *d* — сѣтчатый сосудъ, *g* — точечный сосудъ, *e* — древесная паренхима, *f* и *h* — древесныя волокна, *l* — ситовидныя трубки, *k* — клітки-спутницы, *m* — лубяная паренхима, *n* — лубяныя волокна, *o* — паренхима первичной коры.

разрастанія одной единственной клітки, а путемъ сліянія цѣлаго ряда расположенныхъ другъ надъ другомъ клітокъ, ясно, между прочимъ, изъ того, что обыкновенно въ сосудахъ тамъ и тутъ попадаются остатки прежнихъ поперечныхъ перегородокъ, въ видѣ ободковъ или валиковъ (см. рис. 174, *g*). Эти остатки перегородокъ, раздѣлявшихъ нѣкогда клітки, путемъ сліянія которыхъ образовался данный сосудъ, то горизонтальны (*g*), то наклонны (*d*) и имѣютъ либо одно круглое широкое отверстіе, либо нѣсколько эллип-

тическихъ отверстій; въ первомъ случаѣ остатокъ поперечной перегородки образуетъ ободокъ (см. рис. 174, *g*), во второмъ — лѣсенку (рис. 174, *d*), и тогда такой сосудъ можетъ называться **лѣстничнымъ сосудомъ**. Разстояніе между такими продырявленными перегородками можетъ быть весьма различно въ разныхъ сосудахъ; если сосудъ образовался рано, когда стебель еще усиленно росъ въ длину, то остатки поперечныхъ перегородокъ сильно раздвинуты другъ отъ друга; сосуды же, образовавшіеся поздно, состоятъ изъ короткихъ члениковъ, и остатки перегородокъ ихъ сильно сближены (см. рис. 172, *4*). Въ молодыхъ сильно растущихъ органахъ обыкновенно прежде всего залагаются спиральные и кольчатые сосуды, такъ какъ ихъ утолщенія не мѣшаютъ вытягиванію сосуда при быстромъ ростѣ въ длину соответствующаго органа. Сосуды сѣтчатые, лѣстничные или точечные обыкновенно шире сосудовъ кольчатыхъ и спиральныхъ и залагаются позже этихъ послѣднихъ, когда ростъ органа въ длину уже замедляется. Сосуды или трахеи наблюдаются, какъ сказано выше, въ древесинѣ и въ древесной части сосудисто-волокнистыхъ пучковъ или жилокъ вышнихъ растений (покрытосѣменныхъ). У грибовъ, водорослей, мховъ, папоротникообразныхъ и голосѣменныхъ¹⁾ сосудовъ еще не имѣется, а изъ покрытосѣменныхъ лишены сосудовъ подводныя растенія. Главное назначеніе сосудовъ — передача воды по растенію. Сосуды достигаютъ обыкновенно лишь ограниченной длины, б. ч. до 10 сантиметровъ, и не болѣе одного метра. Но у нѣкоторыхъ растеній, напримѣръ, у тропическихъ лианъ или у нашего дуба сосуды имѣютъ длину въ нѣсколько метровъ.

Еще болѣе совершенное сляніе клѣтокъ представляютъ такъ называемые **млечники** или **млечные сосуды**, встрѣчающіеся у нѣкоторыхъ, далеко, однако, не у всѣхъ растеній. Млечные сосуды представляютъ тонкостѣнные, развѣтвленные и анастомозирующія между собою трубки, заполненныя такъ называемымъ **млечнымъ сокомъ** (см. рис. 175). Сокъ этотъ б. ч. бѣлаго цвѣта, подобно молоку, но у нѣкоторыхъ расте-

¹⁾ Изъ папоротникообразныхъ настоящіе сосуды наблюдались, напримѣръ, у папоротника — орляка (*Pteris aquilina*), у голосѣменныхъ — въ семействѣ *Gnetaceae*.

ній онъ бываетъ оранжевымъ (у нашего чистотѣла — *Chelidonium*) или безцвѣтнымъ, прозрачнымъ. Свойства млечнаго сока весьма различны; у мака онъ заключаетъ ядовитыя вещества, алкалоиды, дающіе опиумъ, млечный сокъ нѣкоторыхъ тропическихъ деревьевъ заключаетъ въ себѣ каучукъ, а у такъ называемаго коровьяго дерева млечный сокъ имѣетъ свойства молока. Млечники распространяются по всему растенію, а сокъ въ нихъ находится въ постоянномъ движеніи. Тонкія стѣнки млечниковъ не имѣютъ никакихъ утолщеній и въ нихъ даже не видно остатковъ прежнихъ поперечныхъ перегородокъ. Тѣмъ не менѣе, какъ показываетъ изученіе молодыхъ частей такихъ растений съ

млечниками, несомнѣнно, что млечники образовались путемъ сліянія клітокъ, причемъ поперечныя перегородки этихъ клітокъ резорбируются совершенно, не оставляя и слѣда по себѣ. Такіе **членистые млечники**, образовавшіеся путемъ сліянія клітокъ, встрѣчаются, на примѣръ, въ сем. маковыхъ, сложноцвѣтныхъ и др. Но въ растеніяхъ попадаются и другого рода млечники — не членистые. Эти **нечленистые млечники** или **млечныя трубки** образуются не путемъ сліянія клітокъ, а путемъ размноженія и сильнаго разрастанія и развѣтвленія одной единственной клітки, которая



Рис. 175. Сѣтъ млечныхъ сосудовъ (членистыхъ) въ корѣ латука.

достигаетъ постепенно иногда огромнѣйшей длины, въ нѣсколько метровъ и болѣе. Такія нечленистыя млечныя трубки встрѣчаются, на примѣръ, въ сем. *Euphorbiaceae* (молочайныхъ), *Urticaceae* (кропивныхъ), *Aprocynaceae*, *Asclepiadaceae* и др. Эти млечники залагаются изъ особыхъ клітокъ, обособляющихся уже въ зародышевой стадіи растенія. Онѣ растутъ одновременно съ ростомъ всего растенія и постоянно развѣтвляясь, проникаютъ во всѣ его органы, достигая подчасъ

значительной длины. Кромѣ млечнаго сока, въ такихъ клѣткахъ-млечникахъ имѣется тонкій слой стѣнкоположной цитоплазмы съ многочисленными клѣточными ядрами. Въ млечномъ сокѣ нѣкоторыхъ *Urticaceae* наблюдали не только ядовитые алкалоиды, каучукъ, жиры и.т.д., но и пептонизирующие ферменты (напримѣръ, у *Ficus Carica* и *Carica Paraya*), а у молочайныхъ (*Euphorbiaceae*) въ млечномъ сокѣ встрѣчаются мелкія крахмальныя зерна весьма характерной формы, въ видѣ бедряныхъ костей.

Съ млечными сосудами во многомъ отношеніи сходны такъ называемыя **слизевыя трубки**, встрѣчающіяся у многихъ однодольныхъ растений; въ этихъ трубкахъ, въ ихъ слизевомъ сокѣ, помимо неорганическихъ веществъ, содержатся также бѣлки, крахмаль, глюкоза, дубильныя вещества.

Въ противоположность вытянутымъ клѣткамъ, образующимъ волокна, трахеиды и трахеи въ растительныхъ органахъ, усиленно растущихъ въ длину, въ поверхностныхъ слояхъ растений па-

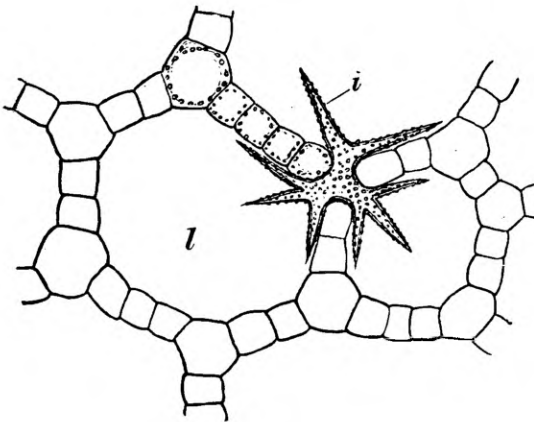


Рис. 176. Поперечный разрѣзъ черезъ листовую черешокъ водяного растения *Niphar luteum* — желтой кувшинки: *l* — крупныя межклетники, содержащія воздухъ, *i* — звѣздчатый волосковидный идиобластъ.

ренхимныя клѣтки пріобрѣтаютъ табличатую форму, оставаясь короткими въ длину и сильно разрастаясь въ ширину. При этомъ разрастаніе зачастую идетъ неравномѣрно, и такія клѣтки съ поверхности пріобрѣтаютъ волнообразное и даже звѣздчатое очертаніе. Таковы многія клѣтки, образующія эпидермисъ или кожицу листьевъ и стеблей растений, или волосковидныя образования, разрастающіяся на эпидермисѣ или въ другихъ частяхъ растений.

Иногда единичныя клѣтки сильно отличаются отъ сосѣднихъ своей формой, содержимымъ или утолщеніемъ стѣнокъ. Такія клѣтки называются **идиобластами** (см. рис. 176, *i*).

Если онѣ, напримѣръ, сильно утолщены и одеревенѣли, то ихъ называютъ **каменистыми (склерозными) клетками** или **склереидами**.

Въ конусахъ нарастанія паренхиматическія клетки обыкновенно плотно сомкнуты между собою (см. рис. 155); при усиленно происходящемъ здѣсь дѣленіи клетокъ перегородки между сосѣдними клетками кажутся при этомъ сплошными;

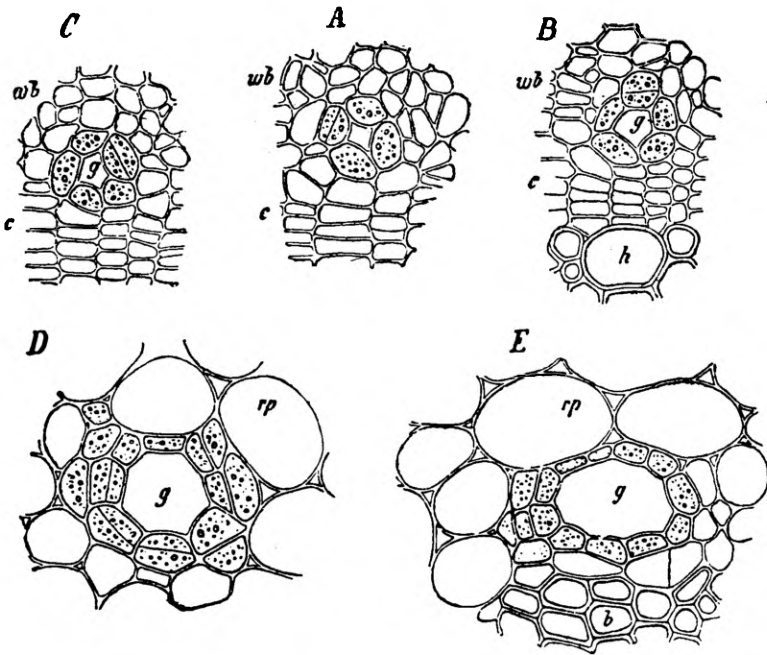


Рис. 177. Развитие схизогеннаго вмѣстилища выдѣленій (смоляного хода) въ корѣ плюща: *A—C* — молодыя вмѣстилища выдѣленій, *D* и *E* — болѣе старыя, вполне образовавшіяся; *g* — полость вмѣстилища выдѣленій, *h* — древесина, *wb* — лубъ, *c* — камбій, *b* — лубъ, *rp* — паренхима первичной коры; въ *A* вмѣстилище выдѣленій окружено всего четырьмя эпителиальными клетками; по мѣрѣ размноженія ихъ дѣленіемъ увеличивается и само вмѣстилище (*g*).

но когда перегородки эти начинаютъ хоть немного утолщаться, то обособляется первичная или срединная пластинка между двумя сосѣдними оболочками клетокъ, легко растворяющаяся въ хромовой кислотѣ и образующая такъ называемое межклетное вещество. При дальнѣйшемъ ростѣ, клетки могутъ со временемъ сами собою расклеиться и частью разойтись, и тогда между клетками образуются **межклетные пространства** и **межклетные ходы**, обычно заполненные

воздухомъ, омывающимъ клѣтки снаружѣ. Особенно велики такіе межклѣтчные ходы въ тканяхъ водяныхъ растений; здѣсь образуются широкіе воздухоносные каналы (см. рис. 176, *l*) провѣтривающіе ткани подводныхъ растений и придающіе имъ легкость и плавательную способность (своего рода плавательные пузыри).

Межклѣтчныя пространства у растений не всегда заполнены воздухомъ; нерѣдко въ нихъ собираются различныя

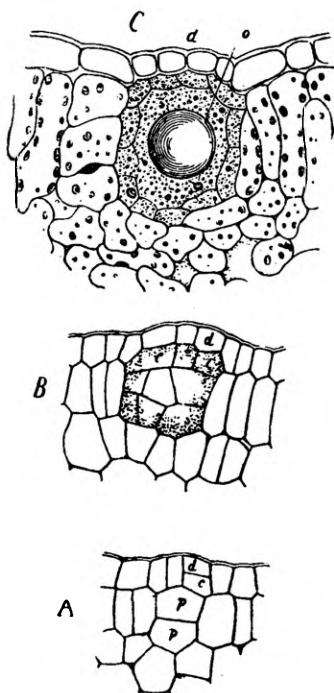


Рис. 178. Развитие лизигенаго вмѣстилища въ листь *Dictamnus fraxinella*: *A—C* — послѣдовательныя стадіи развитія, *d* — кожица листь, *c* и *p* — клѣтки, раствореніемъ которыхъ образуется вмѣстилище выдѣлений; *o* — капля эфирнаго масла, образовавшаяся путемъ растворенія внутреннихъ клѣтокъ вмѣстилища выдѣлений.

вещества, которыя можно считать отбросами, выдѣленіями, своего рода экскрементами растений; вещества эти являются результатомъ происходящаго въ клѣткахъ обмѣна веществъ и далѣе растеніемъ уже не употребляются. Таковы различныя смолы, камеди, эфирныя масла. Межклѣтчныя полости, въ которыхъ собираются эти отбросы обмѣна веществъ въ растеніи, называются **вмѣстилищами выдѣлений** (см. рис. 177, 178). Это или отдѣльныя округлыя полости, или цѣлыя длинныя каналы, на примѣръ, **смоляные ходы**, встрѣчающіеся въ корѣ и древесинѣ хвойныхъ растений и заполненные смолою. Вмѣстилища выдѣлений образуются двоякимъ образомъ: или путемъ разъединенія клѣтокъ (см. рис. 177), или раствореніемъ ихъ (см. рис. 178). Въ послѣднемъ случаѣ группа клѣтокъ (см. рис. 178, *c*, *p*) наполняется, на примѣръ, смолой или эфирнымъ масломъ, а затѣмъ стѣнки клѣтокъ этихъ резорбируются, и растворенныя клѣтки съ ихъ смолистымъ или маслянистымъ содержимымъ

сливаются въ одну общую полость, наполняющуюся смолой или эфирнымъ масломъ (*C*, *o*). Вмѣстилища выдѣлений и смоляные ходы, происшедшіе путемъ разъединенія клѣтокъ,

легко узнаются по присутствію въ нихъ одного или нѣсколькихъ слоевъ нѣжныхъ, такъ называемыхъ **эпителиальныхъ клѣтокъ** (см. рис. 177), вырабатывающихъ продукты выдѣленія (смолы, камеди) и высачивающихъ ихъ черезъ стѣнки свои въ полость (*g*) **вмѣстилища выдѣленій**. **Вмѣстилища выдѣленій**, образовавшіяся путемъ растворенія клѣтокъ, никогда не имѣютъ такихъ эпителиальныхъ клѣтокъ и называются **лизигенными** (см. рис. 178), тогда какъ **вмѣстилища выдѣленій**, снабженныя эпителиальными клѣтками и образовавшіяся путемъ разъединенія клѣтокъ, называются **схизогенными** (см. рис. 177).

Лекція шестнадцатая.

Растительныя ткани.

Только сравнительно немногія и при томъ самыя низшія растенія слагають тѣло свое изъ одной единственной клѣтки, на примѣръ, одноклѣтныя водоросли (см. рис. 171), бактеріи (см. рис. 180), дрожжевые грибы (см. рис. 179). Уже на довольно низкой ступени развитія растительнаго царства мы находимъ мно-

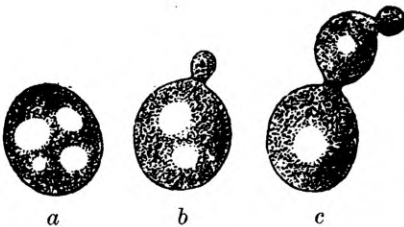


Рис. 179. Дрожжевой грибокъ, состоящій или изъ одной всего клѣтки (а) или изъ ряда клѣтокъ (b, c), получившихся путемъ почкованія.

группы совершенно равнозначущихъ клѣтокъ, на примѣръ, нѣкоторыя колоніальныя водоросли — *Gonium* (см. рис. 181, 1, 2), *Pandorina* (см. рис. 181, 3), *Volvox* (см. рис. 90) и др., или изъ клѣтокъ, не разъединенныхъ другъ отъ друга клѣточными перегородками и сливающихся въ такъ называемые пласмодіи, на примѣръ, миксомицеты или слизистые грибы (см. рис. 94). Многія водоросли, стоящія на низкой еще ступени развитія, слагають тѣло свое изъ одного ряда клѣтокъ, большинство которыхъ совершенно похожи другъ на друга и исполняютъ одни и тѣ же физиологическія функціи. Таковы различныя нитчатыя водоросли, на примѣръ, спирогира (см. рис. 182), *Ulotrix* (см. рис. 215) и др.

Но чѣмъ выше стоитъ растеніе въ естественной системѣ, тѣмъ изъ бѣльшаго количества клѣтокъ слагается его тѣло, и при этомъ между многочисленными клѣтками этими

группы совершенно равнозначущихъ клѣтокъ, на примѣръ, нѣкоторыя колоніальныя водоросли — *Gonium* (см. рис. 181, 1, 2), *Pandorina* (см. рис. 181, 3), *Volvox* (см. рис. 90) и др., или изъ клѣтокъ, не разъединенныхъ другъ отъ друга клѣточными перегородками и сливающихся въ такъ называемые пласмодіи, на примѣръ, миксомицеты или слизистые грибы (см. рис. 94).

явственно замѣчается раздѣленіе физиологическаго труда и соответственное приспособленіе клѣтокъ этихъ къ тѣмъ или инымъ физиологическимъ задачамъ; а рука объ руку съ такимъ физиологическимъ раздѣленіемъ труда идетъ и метаморфозъ растительной клѣтки, до неузнаваемости измѣняющей свой внѣшній обликъ, свое морфологическое строеніе, въ связи съ выполненіемъ той или иной специальной жизненной задачи. На прошлой лекціи мы уже познакомились въ общихъ чертахъ съ важнѣйшими явленіями клѣточного метаморфоза и съ гистологическими элементами, являющимися результатомъ либо дальнѣйшаго метаморфоза

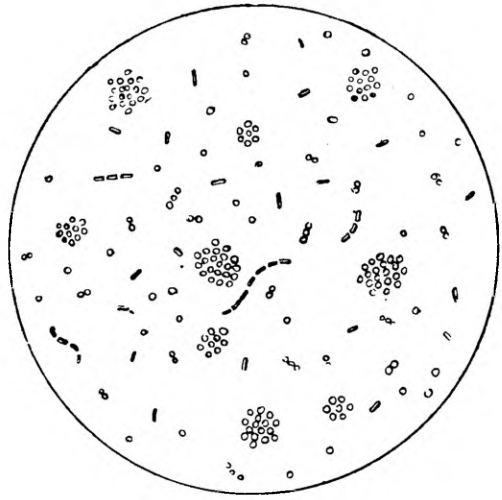


Рис. 180. Бактеріи — одноклѣтныя микроорганизмы, живущіе въ гниющемъ мясѣ; увел. 600 разъ.

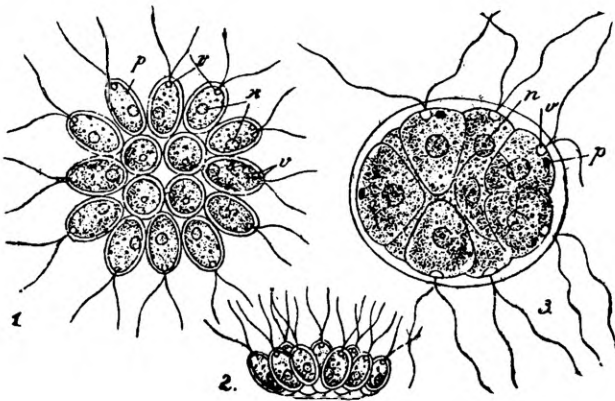


Рис. 181. Колоніальная многоклѣточная пластинчатая водоросль *Gonium pectorale*: 1 — сверху и 2 — сбоку; 3 — шаровидная, состоящая изъ 16-ти клѣтокъ, колоніальная водоросль *Pandorina morum*.

одной единственной первоначально паренхимной клѣтки, либо сліянія цѣлаго ряда клѣтокъ въ новый гистологическій эле-

ментъ, напримѣръ, въ сосудъ или членистый млечникъ. Но описанные гистологическіе элементы, результаты клѣточного метаморфоза, почти никогда не являются въ растительномъ организмѣ въ видѣ элементовъ единичныхъ, разрозненныхъ. Однородные гистологическіе элементы въ растительномъ тѣлѣ сгруппированы б. и. м. вмѣстѣ и образуютъ то, что

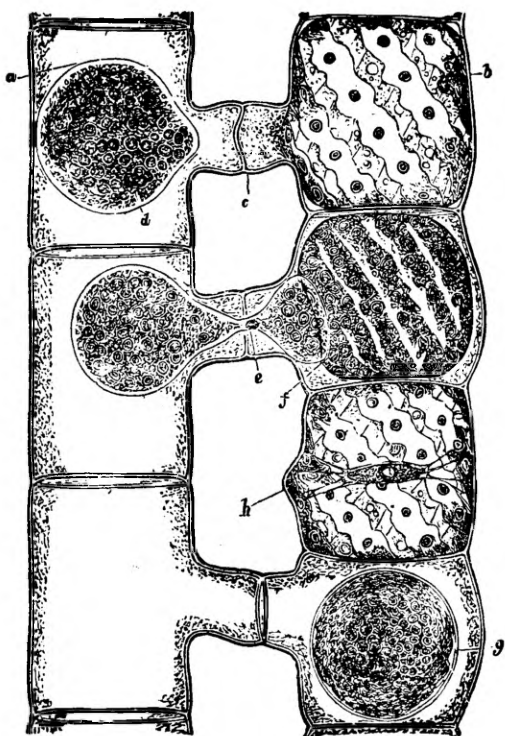


Рис. 182. Двѣ копулирующія нити нитчатой водоросли спирогиры (*Spirogyra*); клѣтки каждой нити одинаковой величины и формы, равнозначущи между собою.

называется **тканями растений**. Растительной тканью называется б. и. м. обширная группа однородныхъ или морфологически близкихъ между собою клѣтокъ или ихъ дериватовъ, принимающая участіе въ построении того или иного органа растенія. Чѣмъ выше, чѣмъ сложнѣе построено растеніе, тѣмъ болѣе разнообразны гистологическіе элементы принимаютъ участіе въ анатомическомъ строении его тѣла, и тѣмъ въ болѣе разнообразныя и физиологически болѣе дифференцированныя ткани группируются эти гистологическіе элементы. Сущность развитія и усовершенствованія организма (животнаго или растительнаго — безразлично) и состоитъ въ наиболѣе полномъ и наиболѣе совершенномъ раздѣленіи физиологическаго труда между его органами, между тканями, изъ которыхъ органы эти построены, между клѣтками и ихъ дериватами, входящими въ составъ той или иной ткани.

Подобно тому, какъ въ растительной клѣткѣ мы различаемъ живыя составныя части, и ихъ производныя — мерт-

называется **тканями растений**. Растительной тканью называется б. и. м. обширная группа однородныхъ или морфологически близкихъ между собою клѣтокъ или ихъ дериватовъ, принимающая участіе въ построении того или иного органа растенія. Чѣмъ выше, чѣмъ сложнѣе построено растеніе, тѣмъ болѣе разнообразны гистологическіе элементы принимаютъ участіе въ анатомическомъ строении его тѣла, и тѣмъ въ болѣе разнообразныя и физиологически болѣе дифференцированныя ткани группируются эти ги-

выя включенія, подобно тому, какъ среди растительныхъ клѣтокъ мы различаемъ клѣтки живыя и ихъ производныя — клѣтки мертвыя, такъ и растительныя ткани могутъ быть живыя и мертвыя, первоначальныя и производныя. И тѣло высшаго растенія состоитъ изъ гармоническаго сочетанія живыхъ и мертвыхъ гистологическихъ элементовъ, живыхъ и мертвыхъ тканей, изъ которыхъ каждая имѣетъ свое опредѣленное назначеніе, свою опредѣленную задачу въ жизни даннаго растительнаго организма. Вполнѣ естественно, что изъ всѣхъ растеній растенія покрытосѣмен-

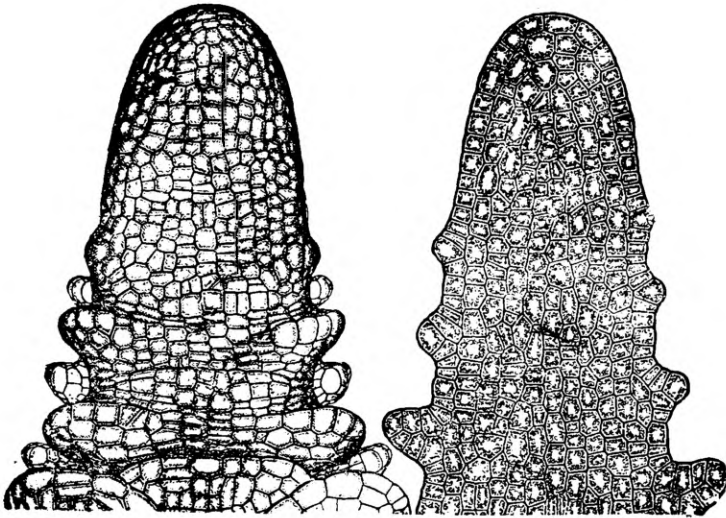


Рис. 183. Конусъ нарастанія стебля воднаго растенія (*Elodea*) съ поверхности и въ продольномъ разрѣзѣ. Бугорки представляютъ возникающіе листья. Весь кончикъ стебля состоитъ изъ первичной меристемы или первичныхъ живыхъ паренхимныхъ клѣтокъ.

ныя, цвѣтковыя имѣютъ наиболѣе разнообразныя, наиболѣе приспособленныя къ опредѣленной физиологической задачѣ и наиболѣе сложно построенныя ткани. Не задаваясь цѣлью детально изучить всевозможныя растительныя ткани, мы сдѣлаемъ сегодня лишь бѣглый обзоръ наиболѣе часто встрѣчающихся у высшихъ растеній тканей и притомъ постараемся вникнуть въ происхожденіе этихъ важнѣйшихъ и специализированныхъ тканей.

Подобно тому какъ низшія растенія состоятъ б. и. м. изъ однородныхъ паренхимныхъ клѣтокъ, среди которыхъ совершенно не замѣчается раздѣленія физиологическаго труда

или раздѣленіе это намѣчено лишь весьма слабо, такъ и въ каждой молодой части высшаго растенія, въ точкахъ роста его, напримѣръ, въ конусахъ нарастанія стебля (см. рис. 183) или корня мы не видимъ еще физиологическаго раздѣленія труда, не видимъ обособленія и специализаціи тѣхъ или иныхъ клѣтокъ, его составляющихъ, не можемъ, слѣдовательно, констатировать присутствіе различныхъ тканей. Конусы нарастанія высшихъ растений, какъ мы уже знаемъ, состоятъ изъ однообразныхъ живыхъ паренхимныхъ клѣтокъ, съ тонкими

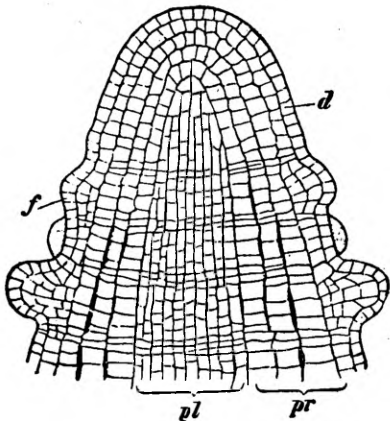


Рис. 184. Продольный разрѣзъ конуса нарастанія стебля *Hippuris vulgaris*: *d* — дерматогень, *pr* — перилема, *pl* — плерома, *f* — зачатки листьевъ; увелич. 240 разъ.

оболочками, съ густымъ плазматическимъ содержимымъ, нацѣло заполняющимъ всю полость такихъ паренхимныхъ клѣтокъ, имѣющихъ при томъ же кубическую или многогранную б. и. м. приближающуюся къ шару форму. Въ конусахъ нарастанія и въ другихъ зонахъ роста высшихъ растений мы не можемъ еще различать тканей. Здѣсь одна всего ткань, паренхимная, однообразная, называемая **первичной паренхимой** или **первичной меристемой** (см. рис. 183). Но по мѣрѣ роста даннаго органа, сначала однообразныя паренхимныя

клѣтки этой первичной меристемы начинаютъ развиваться далѣе не одинаково; въ нихъ замѣчается раздѣленіе физиологическаго труда; однѣ клѣтки начинаютъ метаморфозироваться, приспособляясь б. и. м. къ одной какой либо функціи, другія — къ другой. Это раздѣленіе физиологическаго труда происходитъ не между единичными клѣтками, а между группами клѣтокъ, и такимъ образомъ изъ первоначально однообразной первичной ткани мало по малу вырабатываются ткани специализированныя, обособленныя и приспособленныя къ той или иной жизненной задачѣ. Переходъ отъ первичной меристемы къ специализированнымъ тканямъ происходитъ не сразу, а довольно постепенно. Въ первичной меристемѣ, по мѣрѣ дальнѣйшаго ея роста и связаннаго съ нимъ

метаморфоза, сначала вырабатываются зачатки будущих тканей, зачатки, несущие еще большинство функций, свойственных данному растению. И лишь при дальнѣйшемъ ростѣ и развитіи изъ этихъ зачаточныхъ тканей вырабатываются, наконецъ, окончательно ткани специализированныя, приспособленныя къ одной какой-нибудь опредѣленной функции. Такъ, въ первичной меристемѣ конусовъ нарастанія (см. рис. 184 и 185), на нѣкоторомъ раз-

стояніи отъ вершинъ ихъ, начинаютъ выдѣляться особыя ткани, называемыя **дерматогеномъ** (*d*), **перилеммой** (*pr* и *p*) и **плеромой** (*pl*). Эти три эмбриональных ткани все еще состоятъ изъ живыхъ довольно однообразныхъ паренхимныхъ клѣтокъ; но при дальнѣйшемъ метаморфизѣ этихъ клѣтокъ изъ дерматогена вырабатывается постепенно окончательно фиксированная кожная ткань, предназначенная для охраненія внутреннихъ частей растенія отъ неблагопріятныхъ усло-

вій внѣшней среды, въ перилеммѣ залагается **прокамбиальная ткань**, дающая начало сосудисто-волокнистымъ или проводящимъ пучкамъ, особой проводящей ткани, окончательное назначеніе которой — проводить по растенію воду съ растворенными въ ней веществами. Плерома же даетъ начало основной ткани растенія, мякоти, расположенной въ срединѣ стебля или корня и называемой сердцевиной. У высшихъ цвѣтковыхъ растеній въ самой верхушкѣ ихъ конусовъ нарастанія имѣется цѣлая группа живыхъ паренхимныхъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ, всецѣло заполненныхъ живой плазмой и постоянно находящихся въ стадіи размноженія попе-

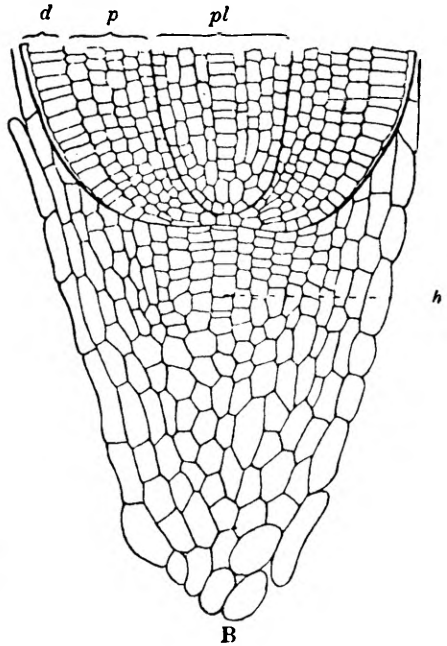


Рис. 185. Поперечный разрѣзъ конуса нарастанія корня ячменя (*Hordeum vulgare*): *h* — корневой чехликъ, *d* — дерматогенъ, *p* — перилемма, *pl* — плерома; увел. 240 разъ.

речнымъ дѣленіемъ. У болѣе низшихъ растений, напримѣръ, у мховъ, папоротниковъ, хвощей и др., на концѣ стебля и корня ихъ, т. е. вообще въ конусахъ нарастанія, имѣется одна всего, такъ называемая, **верхушечная клѣтка** (см. рис. 186, *o*), постепенно дѣлящаяся вполнѣ опредѣленнымъ образомъ и дающая начало всѣмъ клѣткамъ организма, изъ которыхъ потомъ вырабатываются всевозможныя ткани и органы этихъ растений. Верхушечная клѣтка мховъ и папоротникообразныхъ чаще всего имѣетъ видъ тетраэдра, съ б. и. м. выпуклыми гранями; основаніе тетраэдрической клѣтки этой, которая б. ч. крупнѣе остальныхъ продолжающихъ дѣлиться клѣтокъ, занимаетъ поверхность точки роста, напри-

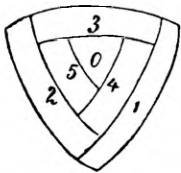


Рис. 186. Схема дѣленія верхушечной тетраэдрической клѣтки (o) стебля папоротника: цифры 1—5 обозначаютъ порядокъ появленія перегородокъ.

мѣръ, стебля, а вершиною клѣтка эта обращена во внутрь. Сверху тетраэдрическая клѣтка эта имѣетъ видъ треугольника (см. рис. 186, *o*), сбоку же она представляется тоже треугольникомъ, вершиною своею вдающимся во внутрь стебля. Клѣтка эта постоянно дѣлится косвенною перегородкою, перпендикулярною къ поверхности и параллельною одной изъ трехъ граней, каждой поочередно. Вслѣдствіе этого, послѣ cadaго такого дѣленія вновь получается клѣтка,

имѣющая форму прежней верхушечной клѣтки, но меньшихъ размѣровъ, и другая таблитчатая клѣтка, на верхушечную не похожая; она называется **сегментною клѣткою** (см. рис. 186, 1—5). Дочерняя верхушечная клѣтка растетъ до первоначальной своей величины и вновь отдѣляется отъ себя, но уже съ другой стороны, сегментную клѣтку; первая же сегментная клѣтка, дѣлясь далѣе вполнѣ опредѣленнымъ образомъ, математически правильно, даетъ дальнѣйшія производныя паренхимныя клѣтки. Такимъ образомъ весь стебель такихъ растений, имѣющихъ одну тетраэдрическую верхушечную клѣточку, слагается изъ трехъ рядовъ сегментовъ, которые, въ свою очередь, путемъ дальнѣйшаго поперечнаго дѣленія, не только даютъ клѣтки, образующія стебель растенія, но и начальныя клѣтки будущихъ листьевъ. У мховъ, напримѣръ, каждый сегментъ даетъ начало одному всего листу. Въ конусѣ нарастанія корня (см. рис. 187) этихъ ра-

тыхъ клѣтокъ; кожицу нерѣдко можно содрать съ поверхности листа или стебля растенія, въ видѣ безцвѣтной пленки. У болѣе старыхъ частей растенія кожица сама сдирается или слущивается, напримѣръ, на корняхъ или одеревенѣлыхъ стебляхъ, и тогда она замѣняется здѣсь другими вторичными или производными тканями. Клѣтки кожицы паренхимныя, но очертанія ихъ, если смотрѣть сверху, весьма различны. У однихъ

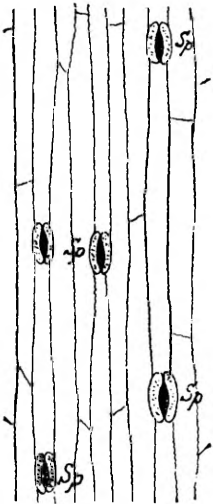


Рис. 188. Кожица, содранная съ листа гiацинта и разсматриваемая съ поверхности: *Sp* — устьица.

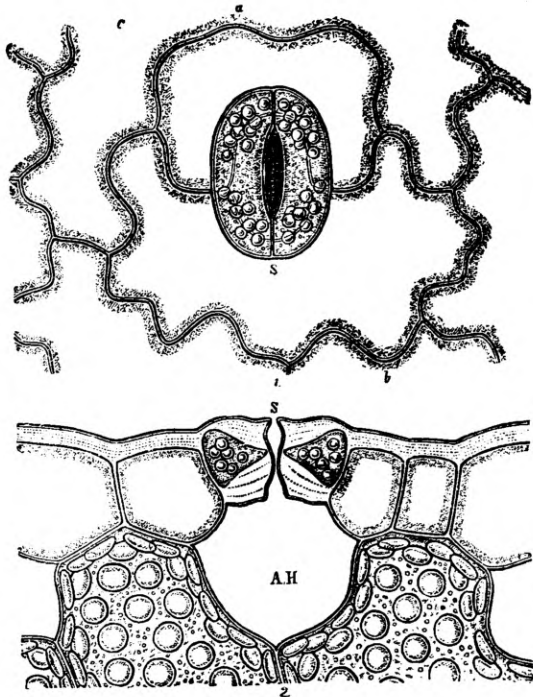


Рис. 189. Устьице на листѣ тимьяна (*Thymus*): 1 — съ поверхности, 2 — въ разрѣзѣ; *S* — устьице, *АН* — дыхательная полость.

растеній клѣтки кожицы сильно вытянуты по длинѣ органа (см. рис. 188), у другихъ клѣтки кожицы многогранныя и имѣютъ волнистыя очертанія (см. рис. 189 и 191). Клѣтки эти обыкновенно живыя, наполнены главнымъ образомъ водянистымъ сокомъ и б. ч. лишены хлорофильныхъ зеренъ. Наружныя стѣнки ихъ (см. рис. 189, 2) обыкновенно б. и. м. сильно утолщены и всегда покрыты непрерывнымъ слоемъ надкожицы или кутикулы. Кутикула обыкновенно пропитана веществомъ, не пропускающимъ воду и воздухъ и близкимъ по составу своему къ пробковому веществу; вещество это

называется кутиномъ. Но, кромѣ кутина, надкожица, а иногда и вся наружная стѣнка кожицы бываетъ пропитана кремнеземомъ (напримѣръ, у злаковъ или хвощей), углекислой известью (напримѣръ, у харъ или красныхъ водорослей) или воскомъ (см. рис. 190). Воскъ этотъ въ видѣ тоненькихъ, длинныхъ палочекъ выдѣляется на поверхности кутикулы, образуя на ней особый сизый **восковой налетъ**, препятствующій смачиванію кожицы дождевой водою или росой. Если стереть этотъ сизый восковой налетъ, то онъ можетъ иногда возобновиться черезъ нѣкоторое время. Клѣтка снова выдѣляетъ изъ себя черезъ наружную стѣнку кожицы и черезъ надкожицу новый воскъ. Нѣкоторыя растенія, напримѣръ, нѣкоторыя тропическія пальмы выдѣляютъ листьями своими такіе толстые слои воска, что его собираютъ для техническихъ цѣлей.

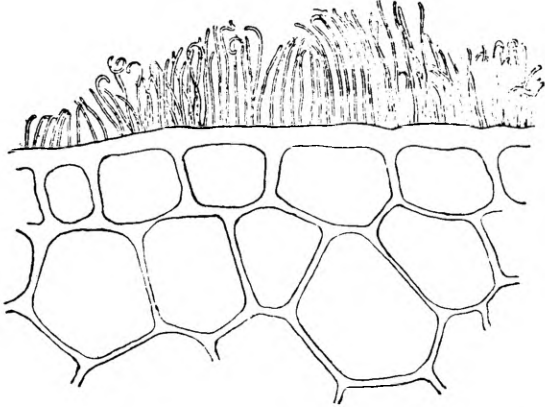


Рис. 190. Поперечный разрѣзъ черезъ стеблевой узелъ сахарнаго тростника (*Saccharum officinarum*), съ восковымъ палетомъ, состоящимъ изъ палочекъ; увелич. 540 разъ.

Если стереть этотъ сизый восковой налетъ, то онъ можетъ иногда возобновиться черезъ нѣкоторое время. Клѣтка снова выдѣляетъ изъ себя черезъ наружную стѣнку кожицы и черезъ надкожицу новый воскъ. Нѣкоторыя растенія, напримѣръ, нѣкоторыя тропическія пальмы выдѣляютъ листьями своими такіе толстые слои воска, что его собираютъ для техническихъ цѣлей.

Обыкновенно клѣтки кожицы производятъ различнаго рода выросты, называемые **волосками**. Волоски б. ч. сдираются вмѣстѣ съ кожейю, такъ какъ подкожная ткань не принимаетъ участія въ ихъ образованіи.

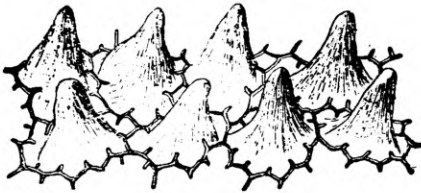


Рис. 191. Верхняя кожа съ лепестка фіалки (*Viola tricolor*). Клѣтки съ выступами въ видѣ складокъ на боковыхъ стѣнкахъ и съ выдающимися сосочками; увел. 250 разъ.

Обыкновенно клѣтки кожицы производятъ различнаго рода выросты, называемые **волосками**. Волоски б. ч. сдираются вмѣстѣ съ кожейю, такъ какъ подкожная ткань не принимаетъ участія въ ихъ образованіи.

Волоски происходятъ такъ: молодая клѣтка кожицы на свободной внѣшней сторонѣ можетъ дать б. и. м. сильное выпячиваніе; тогда получаютъ такъ называемые **сосочки** (см. рис. 191 и 192, 1), придающіе кожицѣ красивый бархатистый видъ, что часто наблюдается, напримѣръ, на лепесткахъ вѣн-

чиковъ многихъ растений (Иванъ-да-Марья, львиного зѣва и др.). Но чаще сосочки эти растутъ и вытягиваются дальше и образуютъ б. и. м. длинный волосокъ. При этомъ либо волосокъ этотъ не отдѣляется отъ производшей его клѣтки кожицы и, если онъ погибаетъ, то погибаетъ вмѣстѣ съ нимъ и образовавшая его клѣтка кожицы. Таковы, напримѣръ,

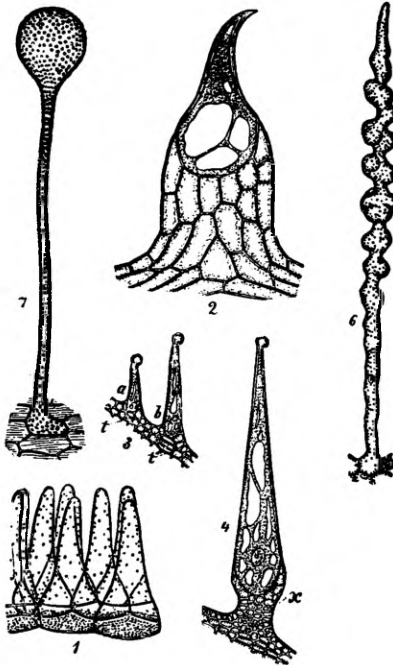


Рис. 192. Различные типы одноклѣт-ныхъ волосковъ: 1 — сосочки, 2 — щетинка, 3—4 развитие жгучихъ волосковъ кропивы (*Urtica urens*), 5 — войлочный волосокъ, 6 — железистый волосокъ.

такъ называемые корневые волоски, съ которыми мы познакомимся подробнѣе современемъ. Обыкновенно однако же молодой волосокъ отдѣляется отъ производшей его клѣтки кожицы поперечной перегородкой и, продолжая расти и развиваться дальше, можетъ либо остаться съ своей стороны **одноклѣтнымъ** или **нечленистымъ** (см. рис. 192 и 195, 3, 4), либо въ свою очередь раздѣлиться перегородками на нѣсколько клѣтокъ и сдѣлаться **многоклѣтнымъ** или **членистымъ** (см. р. 195, 1, 2). Волоски, одѣвающие кожицу растений, могутъ имѣть самую разнообразную форму и различное біологическое назначеніе. По формѣ они могутъ быть простыми, вѣтвистыми, звѣздчатыми. На

рис. 192 представлены различные типы одноклѣтныхъ волосковъ. Звѣздчатые волоски могутъ тоже быть или одноклѣтными, но сильно развѣтвленными (см. рис. 193, 1), или многоклѣтными, и тогда каждый лучъ такого звѣздчатого волоска составленъ особой клѣткой. Стѣнки клѣтки волоска могутъ быть сильно пропитаны кремнеземомъ или углекислой известью, самъ же волосокъ на концѣ острымъ (см. рис. 192, 2); такіе волоски, одѣвая поверхность листьевъ или стеблей, придаютъ имъ извѣстную жесткость и защищаютъ ихъ отъ

поѣданія нѣкоторыми животными. Эти волоски — щетинки встрѣчаются, на примѣръ, у многихъ бурачниковыхъ (*Borraginaceae*), у нѣкоторыхъ зонтичныхъ, маревыхъ, придавая особенно жесткій и колючій видъ стеблямъ и листьямъ этихъ растений. У кропивы имѣются такъ называемые жгучіе волоски (см. рис. 192, 3, 4, 194). Волоски эти одноклеточные, конической формы и сидятъ на многоклеточной ножкѣ. Кончикъ жгучаго волоска шаровидный, въ видѣ булавочной головки, и легко отламывается, при чемъ на мѣстѣ излома получается весьма острый, косой, рѣжущій край, легко вонзающійся въ тѣло животного, какъ шприцъ. Стѣнка жгучаго волоска пропитана кремнеземомъ, что придаетъ ей твердость, а въ живомъ плазматическомъ содержимомъ волоска находятся крупныя вакуоли (см. рис. 194), наполненныя ѣдкимъ сокомъ и находящаяся подъ сильнымъ тургорнымъ давленіемъ.

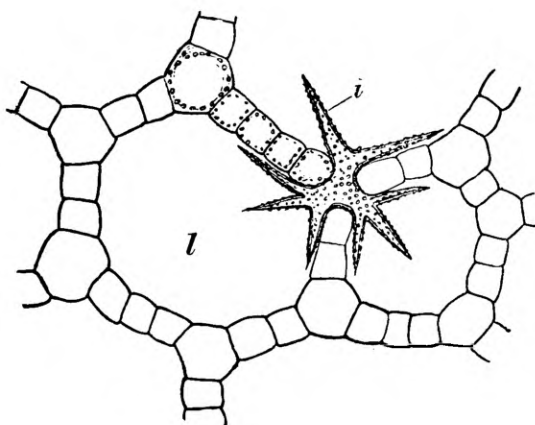


Рис. 193. Поперечный разрѣзъ черезъ листовую черешокъ водяного растения *Nuphar luteum* — желтой кувшинки: *l* — крупныя межклетники, содержащіе воздухъ, *i* — звѣздчатый волосковидный діобластъ.

Когда отъ прикосновенія къ жгучему волоску кропивы его шаровидный кончикъ отламывается, и волосокъ острымъ рѣжущимъ краемъ своимъ, какъ шприцъ, вонзается въ тѣло животного, то вмѣстѣ съ тѣмъ, вслѣдствіе сильнаго тургорнаго давленія, ѣдкое содержимое его вакуолей впрыскивается черезъ образовавшееся на верху волоска отверстие въ тѣло животного и производитъ всѣмъ извѣстный ожогъ. Такимъ образомъ и жгучіе волоски кропивы играютъ ту же защитную роль, что и волоски-щетинки бурачниковыхъ, защищая растеніе отъ поѣданія его многими животными. На рис. 192 фигуры 3 и 4 представляютъ постепенное развитіе жгучаго волоска, а рис. 194 изображаетъ готовый жгучій волосокъ кропивы.

Нерѣдко встрѣчаются у растений такъ называемые **железистые волоски**. Они могутъ быть одноклѣтными и многоклѣтными. Железистые волоски (см. рис. 192, 7) обыкновенно состоятъ изъ ножки, несущей наверху головку. Въ головкѣ железистаго волоска выдѣляются плазмой эфирныя масла или различныя смолы. Эти масла и смолы выдѣляются железистыми волосками наружу, окружая растеніе атмосферой, пропитанной смолистыми или эфирными парами, предохраняющими органы растенія отъ излишняго нагрѣванія солнцемъ, отъ излишняго испаренія. Многіе волоски одѣваютъ листья и стебли растений густымъ войлочнымъ покровомъ, точно шубою (см. рис. 195, 192, 6). Ихъ назначеніе также защитное. Подобно плотному одѣянію, защищаютъ такіе волосяные покровы части растенія нѣкоторыхъ странъ либо отъ чрезмѣрнаго нагрѣванія солнцемъ и излишняго испаренія, либо отъ холода. Растенія съ такими густыми войлочными покровами нерѣдко встрѣчаются въ жаркихъ сухихъ странахъ, напримѣръ, по средиземноморскому побережью, или высоко въ горахъ, или на далекомъ сѣверѣ. Растительность Испаніи или Малой Азіи весьма оригинальна. Тамъ мы встрѣчаемъ немало растений, одѣтыхъ железистыми волосками, и такія заросли издаютъ иногда очень рѣзкій аромать, происходящій отъ насышенія атмосферы эфирными маслами и смолами, выдѣляемыми же-

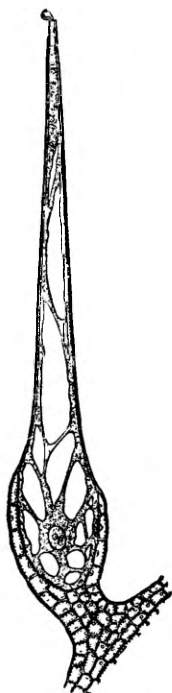


Рис. 194. Жгу-
чий волосокъ
кропивы (*Urtica
urens*), сильно
увеличенный.

Тамъ мы встрѣчаемъ немало растений, одѣ-
тыхъ железистыми волосками, и такія заросли издаютъ
иногда очень рѣзкій аромать, происходящій отъ насышенія
атмосферы эфирными маслами и смолами, выдѣляемыми же-

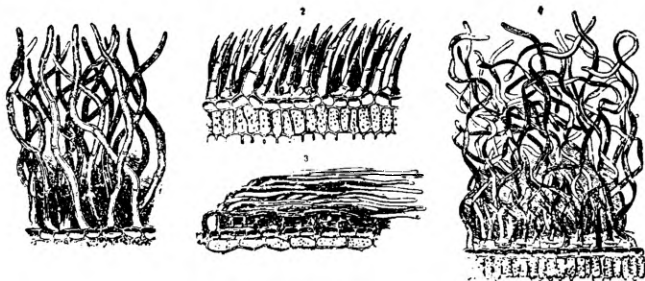


Рис. 195. Различные типы волосковъ на поверхности листьевъ: 1 — *Gnaphalium Leontopodium*, 2 — *Glozimia speciosa*, 3 — *Convolvulus Cneorum*, 4 — *Gnaphalium tomentosum*.

лезистыми волосками. Растенія эти б. ч. имѣютъ листву нѣжную, тонкую, зеленую. А рядомъ съ ними растутъ другія травянистыя растенія, листья и стебли которыхъ, точно отъ сильнаго мороза, закутались въ плотную войлочную шубу. Листья ихъ толстыя, плотныя и б. ч. бѣлаго цвѣта отъ этой массы **войлочныхъ** волосковъ (см. рис. 192, 6, рис. 195). Но оба эти приспособленія имѣютъ одну и ту же цѣль: защитить растенія отъ чрезмѣрной инсоляціи и чрезмѣрнаго испаренія въ жаркомъ и сухомъ климатѣ Испаніи и Малой Азіи.

Иногда выросты кожицы развиваются не въ длину, а въ ширину. Тогда листья и стебли такихъ растеній бываютъ, какъ панцыремъ, одѣты такъ называемыми **чешуйками**, образующими покровъ, напоминающій собою, напримѣръ, чешуйчатый покровъ рыбъ или нѣкоторыхъ пресмыкающихся животныхъ.

Роза защищается отъ враговъ своихъ толстыми, колючими **шипами**. Шипы — это тоже волоски, волосковидное образованіе. Шипы являются результатомъ дальнѣйшаго метаморфоза кожныхъ клѣтокъ и сдираются со стебля вмѣстѣ съ кожицей. Это многоклѣтныя волоски съ сильно одревенѣвшими стѣнками клѣтокъ. Шипы розы не надо смѣшивать, напримѣръ, съ колючками хотя бы боярышника. По внѣшнему виду шипы и колючки похожи другъ на друга и имѣютъ одно и тоже защитное назначеніе. Но колючка боярышника не кожное образованіе. Колючка не сдирается вмѣстѣ съ кожицей со стебля, а прочно связана съ подкожной тканью и даже съ жилками или сосудисто-волоконными пучками. Какъ увидимъ впослѣдствіи, **колючки** — это метаморфозированные стебли или листья растеній, тогда какъ шипъ образованіе эпидермальное, кожное.

Клѣтки кожицы плотно сомкнуты между собою и, какъ мы видѣли, покрыты еще непронускающей воду и воздухъ надкожицей или кутикулой. Такимъ образомъ всѣ внутреннія ткани растеній со всѣхъ сторонъ отгорожены кожицей отъ вліянія внѣшней среды. Но въ кожицѣ листьевъ и молодыхъ стеблей имѣются особыя щелевидныя отверстія, называемыя **дыхательными устьицами** (см. рис. 188, *Sp* и 189, *S*). Устьице — это межклѣтное пространство, межклѣтный ходъ въ сплошной непроницаемой для воды и воздуха кожицѣ растенія. Черезъ устьица происходитъ обмѣнъ газовъ, дыханіе внутреннихъ тканей; черезъ нихъ же расте-

нiе испаряетъ излишнюю воду, а потому устьица эти можно было бы назвать также **испарительными устьицами**. Послѣднее названiе хотя и не употребительно, но на, мой взглядъ, еще лучше характеризуетъ сущность устьица. Каждое устьице ограничено двумя особыми бобовидными клѣтками, называемыми замыкающими клѣтками (см. рис. 188, *Sp* и 189, *S*). Эти клѣтки мельче, чѣмъ остальные клѣтки кожицы, и всегда заключаютъ въ себѣ крахмальныя зерна. Поперечный разрѣзъ черезъ устьице (см. рис. 189, *2*) показываетъ, что заключенная между замыкающими клѣтками щель устьица съ одной стороны открывается наружу, съ другой же стороны сообщается съ межклѣтными ходами находящейся подъ кожицей мякотной ткани. Обыкновенно подъ устьищемъ клѣтки мякоти сильно разступаются, образуя б. и. м. крупную, такъ называемую **дыхательную** или **воздухоносную полость** (*АН*). Черезъ устьице свѣжій воздухъ проникаетъ во внутреннiя ткани растенiя, а испорченный дыханiемъ воздухъ, вмѣстѣ съ водяными парами, накапливающимися въ межклѣтныхъ ходахъ внутреннихъ тканей растенiя, выходитъ наружу. Такимъ образомъ дыхательныя или испарительныя устьица играютъ роль какъ бы форточекъ или вентиляторовъ для всего тѣла растенiя. Сходство дыхательныхъ устьицъ съ форточками усугубляется еще тѣмъ, что они, по мѣрѣ нужды, могутъ замыкаться и открываться снова. Замыкающiя клѣтки дыхательныхъ устьицъ находятся обыкновенно подъ сильнымъ тургорнымъ давленiемъ. Но если въ засушливое время растенiю грозитъ опасность завянуть отъ чрезмѣрнаго испаренiя воды изъ его тканей, то тургоръ замыкающихъ клѣтокъ понижается, онѣ спадаютъ и прижимаются другъ къ другу, тѣмъ самымъ замыкая щелевидное отверстiе и значительно понижая потерю воды растенiемъ путемъ испаренiя. Въ сырую же погоду въ замыкающихъ клѣткахъ устьица тургоръ клѣтокъ увеличивается, онѣ надуваются, растопыриваются, и щелевидное отверстiе между ними увеличивается; вмѣстѣ съ тѣмъ усиливается и газовый обмѣнъ внутреннихъ тканей растенiя, и процессъ испаренiя. У подводныхъ растенiй совсѣмъ нѣтъ устьицъ въ ихъ кожицѣ, а у растенiй съ плавающими листьями устьица расположены лишь на верхней сторонѣ, обращенной къ воздуху; наоборотъ, у сухопутныхъ растенiй особенно много устьицъ

на нижней сторонѣ листьевъ, а на верхней сторонѣ или ихъ со-
всѣмъ нѣтъ, или значительно меньше. Число устьицъ у различ-
ныхъ растений, въ зависимости отъ
внѣшнихъ условий, при которыхъ они
живутъ, весьма различно. Иногда ихъ
приходится на одинъ квадратный мил-
лиметръ кожицы до нѣсколькихъ со-
тень. Вычислено, что, напримѣръ, на
одномъ капустномъ листѣ имѣется
до двѣнадцати миллионъ устьицъ.

Нѣкоторыя растенія выдѣляютъ
изъ себя воду не только въ видѣ
пара, но также въ капельножидкомъ
состояніи. Если рано утромъ послѣ
бездождной, но теплой и сырой ночи
наблюдать растенія, то можно замѣ-
тить, что у многихъ изъ нихъ на
концахъ листьевъ или по краямъ
ихъ сидятъ маленькія капли воды (см.

рис. 196); это не роса, такъ какъ капли эти медленно уве-
личиваются въ объемѣ, спадаютъ и черезъ нѣсколько вре-
мени на мѣсто ихъ растеніемъ высачиваются новыя капли.

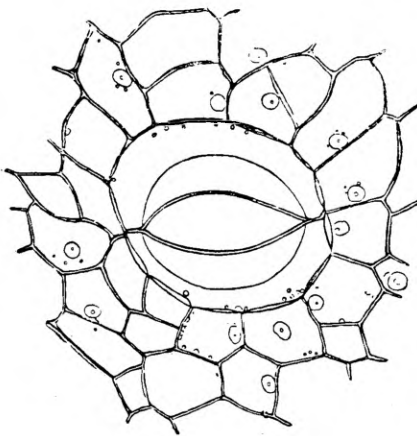


Рис. 197 Водное устьеце или ги-
датода съ края листа капуцина (*Tro-
paeolum majus*), съ прилежащими клѣт-
ками кожицы. Увел. 240 разъ.

рыхъ **водныхъ устьицъ** или **гидатодъ** (см. рис. 197). Водныя
устьяца располагаются на листьяхъ недалеко отъ окончанія

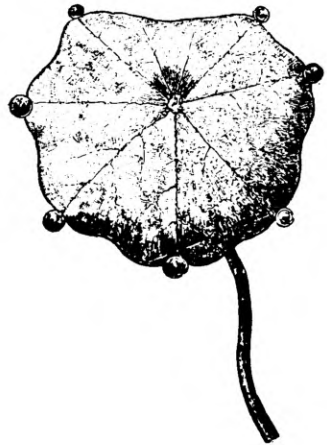


Рис. 196. Выдѣленіе капель
воды изъ водныхъ усть-
ицъ или гидатодъ листа ка-
пуцина (*Tropaeolum majus*).

У нѣкоторыхъ тропическихъ
растений такое капельножид-
кое выдѣленіе воды проис-
ходитъ особенно обильно.
Такъ, у нѣкоторыхъ ароид-
ныхъ съ кончиковъ листьевъ
ихъ постоянно каплетъ вода,
иногда со скоростью по од-
ной капль въ секунду. У *Calo-
casia* капли эти даже выбрыз-
гиваются изъ кончика листа
съ нѣкоторой силой на не-
большое разстояніе. Такое
выдѣленіе воды въ капель-
ножидкомъ состояніи проис-
ходитъ при помощи осо-

листовыхъ жилокъ. Они большей частью крупнѣе обыкновенныхъ дыхательныхъ устьицъ, и обѣ замыкающія клѣтки ихъ рано теряютъ свое живое содержимое, вслѣдствіе чего онѣ не могутъ смыкаться и размыкаться, и отверстіе между ними остается широко открытымъ и не измѣняетъ своей формы.

Подъ кожицею располагается въ растеніи **мякоть** или **основная ткань**. Она состоитъ изъ довольно крупныхъ паренхимныхъ клѣтокъ, б. ч. рыхло соединенныхъ между собою, такъ что въ мякоти наблюдаются б. и. м. обильные межклѣтчные ходы или пространства, соединенные между собою въ сплошную сѣть и черезъ дыхательныя устьица сообщающіеся съ внѣшнимъ воздухомъ. Кромѣ паренхимныхъ рыхло соединенныхъ клѣтокъ въ мякоти растеній нерѣдко замѣчаются группы прозенхимныхъ клѣтокъ, съ толстыми одеревенѣвшими стѣнками, съ порами въ видѣ косыхъ щелей и безъ содержимаго. Прозенхимныя клѣтки эти очень плотно соединены между собою и образуютъ такъ называемую **механическую ткань** растеній, задача которой придать прочность болѣе старымъ органамъ растенія. Это своего рода скелетъ растенія, на подобіе скелета у животныхъ. Механическая ткань отсутствуетъ у многихъ водныхъ растеній, и ея нѣтъ въ молодыхъ нарастающихъ частяхъ, гдѣ крѣпость растительнаго тѣла достигается сильно тургоресцирующими клѣтками первичной паренхимы. Такъ, на примѣръ, кончикъ корня растеній можетъ внѣдряться въ почву съ значительной силой и преодолевать значительныя механическія сопротивленія (см. рис. 112) исключительно благодаря тургору плотно сомкнутыхъ паренхимныхъ клѣтокъ его первичной меристемы, и никакой механической ткани въ молодомъ кончикѣ корня еще нѣтъ. Но въ болѣе старыхъ частяхъ корня, стебля и въ выросшихъ листьяхъ мы всегда наблюдаемъ б. и. м. ясно развитую механическую ткань, которая лучше обезпечиваетъ прочность растительнаго тѣла, чѣмъ тургоръ клѣтокъ и соединенное съ нимъ напряженіе тканей, и которая въ выросшихъ частяхъ растенія не можетъ, конечно, служить такой же помѣхой, какой несомнѣнно оказалась бы механическая ткань въ молодыхъ сильно растущихъ органахъ растенія.

Механическая ткань располагается въ мякоти растенія согласно законамъ механики, преслѣдуя цѣль — съ наименьшей затратой матеріала достигнуть наибольшей прочности

даннаго органа. Вотъ почему, обыкновенно, въ стебляхъ растений, подвергающихся опасности излома или изгиба, механическая ткань располагается ближе къ периферіи органа (см. рис. 198), при чемъ внутри стебля либо остается рыхлая паренхимная масса, **сердцевина**, либо даже стебли внутри могутъ быть дудчатыми, полыми и тѣмъ не менѣ весьма прочными и съ трудомъ поддающимися изгибу и излому. Наоборотъ, въ корняхъ, подвергающихся опасности разрыва, механическая ткань, согласно законамъ механики, располагается въ центрѣ и окружена бываетъ весьма толстымъ слоемъ рыхлой паренхимной ткани, такъ называемой **первичной корой** корня. Растеніе, при построении своего тѣла, какъ бы обнаруживаетъ

полное знакомство съ механикой и механическими формулами. Не хуже, а зачастую и лучше любого архитектора, располагаетъ оно механическіе элементы свои и механиче-

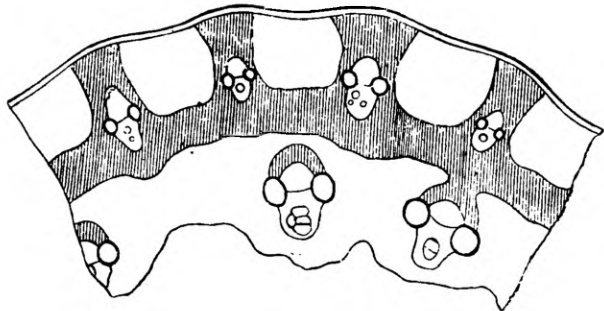


Рис. 198. Схематическій рисунокъ поперечнаго разрѣза стебля *Molinia coerulea*. Затусованныя мѣста представляютъ механическую ткань.

скія ткани въ корняхъ, стебляхъ и листьяхъ въ видѣ балочекъ, стропиль, скрѣповъ, именно тамъ, гдѣ тотъ или иной органъ подвергается опасности излома, разрыва, давленія и проч. (см. рис. 199). Это съ очевидностью доказано прекрасными изслѣдованіями нѣмецкаго ученаго Швенденера надъ распредѣленіемъ механической ткани въ различныхъ органахъ однодольныхъ растений. Механическіе элементы собираются цѣлыми группами, плотно прижимаясь другъ къ другу. Группы эти могутъ лежать среди мякоти безъ всякой связи съ проводящими пучками растенія, образуя, на примѣръ, жилки, похожія на видъ на жилки проводящихъ пучковъ, но составленныя исключительно изъ однихъ толстостѣнныхъ механическихъ волоконъ. Чаще, однако, механическая ткань растеній находится въ связи съ тканью, проводящей воду, съ такъ называемыми сосудисто волокнистыми пучками. Такъ, на примѣръ, въ стебляхъ

многихъ однодольныхъ механическая ткань имѣетъ видъ полого цилиндра и на поперечномъ разрѣзѣ образуетъ сплошной поясъ въ недалекомъ разстояніи отъ кожицы (см. рис. 198), сосудисто-волокнистые же пучки либо замурованы въ этомъ поясѣ, либо прилегаютъ къ нему. Но у другихъ растений механическая ткань входитъ въ составъ сосудисто-волокнистаго пучка или въ видѣ влагалищъ прилегаетъ съ двухъ сторонъ, снаружи и совнутри къ сосудистымъ пучкамъ (см. рис. 199). Напримѣръ, въ стеблѣ кукурузы каждая отдѣльная жилка его (проводящій пучекъ) окружена какъ бы футляромъ изъ механическихъ элементовъ (см. рис. 211).

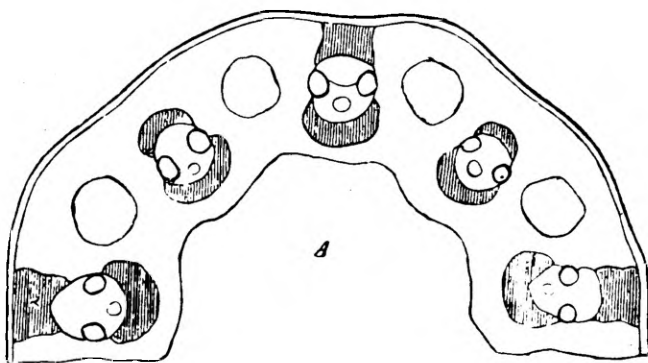


Рис. 199. Схематическій рисунокъ поперечнаго разрѣза стебля *Scirpus caespitosus*: А — воздушная полость внутри стебля; затухеванныя мѣста представляютъ наружныя и внутреннія влагалища сосудистыхъ пучковъ, изъ механической ткани.

Мы видѣли выше, что органы растенія одѣты снаружи непроницаемой тканью — кожицей. Однако, старыя части растенія лишаются этой ткани. Кожица современемъ слущивается, стирается. Тогда роль кожицы, въ смыслѣ ткани, охраняющей внутреннія части растенія отъ неблагоприятнаго вліянія внѣшнихъ условій, беретъ на себя такъ называемая пробковая ткань. Кора деревьевъ состоитъ частью изъ такой пробковой ткани. Шкурка картофеля тоже состоитъ изъ пробковой ткани, и если мы положимъ рядомъ двѣ картофелины, одну съ ея шкуркой, а другую, лишенную шкурки, то вторая очень быстро высохнетъ и съжмется, первая же можетъ долгое время лежать, не высыхая и не теряя своей формы и величины. Это ясно показываетъ намъ, что шкурка картофеля, сотканная изъ пробковой ткани,

хорошо предохраняет внутреннія ткани ея отъ потери воды, отъ высыхания. Пробковая ткань всегда состоитъ изъ плотно сомкнутыхъ паренхимныхъ клѣтокъ, расположенныхъ рядами.

Стѣнки ихъ опробковѣли и не пропускаютъ черезъ себя воду и воздухъ, а содержимое клѣтокъ этихъ — мертвая бурая масса или воздухъ. Форма клѣтокъ пробковой ткани различна; это могутъ быть таблитчатыя клѣтки, или клѣтки, вытянутыя по радіусу, съ волнистыми боковыми стѣнками. У березы пробка состоитъ изъ правильно чередующихся между собою рядовъ широкихъ и узкихъ клѣтокъ;

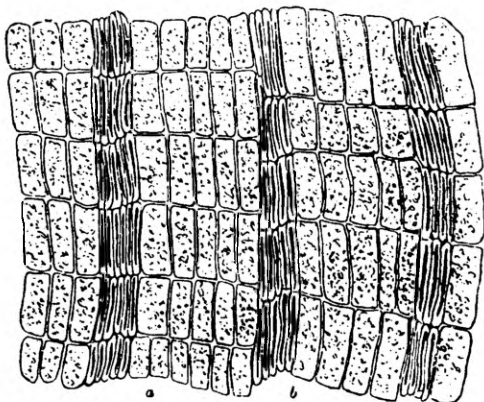


Рис. 200. Пробковыя клѣтки коры березы: *a* — широкія тонкостѣнные клѣтки пробки, *b* — узкія толстостѣнные ея клѣтки.

широкія клѣтки имѣютъ тонкія оболочки, а узкія — толстыя (см. рис. 200). Развивается пробковая ткань или изъ клѣтокъ кожицы, или, чаще,

изъ подкожныхъ клѣтокъ мякоти (см. рис. 201). При этомъ клѣтки начинаютъ дѣлиться тангентальными перегородками, т. е. перегородками, параллельными поверхности стебля; внѣшнія клѣтки, пропитывая стѣнки свои пробковымъ веществомъ, умираютъ, внутреннія же клѣтки пробковой ткани остаются живыми и продолжаютъ дѣлиться такими же тангентальными

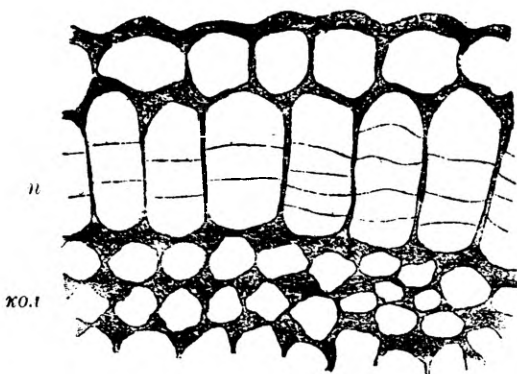


Рис. 201. Образование пробки въ наружномъ слое колленхимы стебля бузины (*Sambucus nigra*): *к* — кожица, *п* — пробка, *к.г.* — колленхима.

перегородками, какъ бы нанизывая изнутри одну клѣтку за другой, отчего пробковыя клѣтки и расположены всегда рядами. Этотъ живой дѣлящійся слой пробковой ткани назы-

вается **пробковымъ камбіемъ** или **феллогеномъ** (см. рис. 202, *ph*). У нѣкоторыхъ деревьевъ пробковый камбій остается

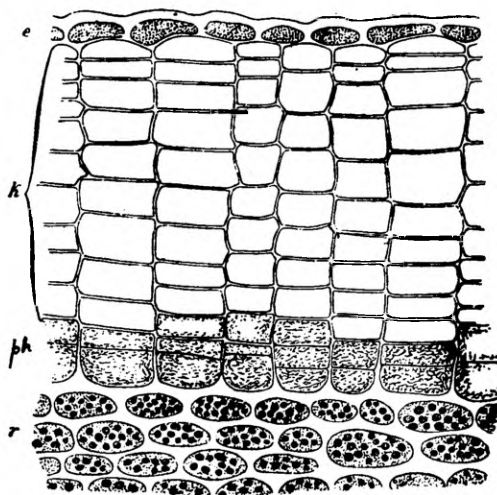


Рис. 202. Пробка однолѣтней вѣтви *Ailanthus glandulosa*: *e* — кожица, *k* — пробка, внутренне слои (*ph*) которой представляютъ феллогень, *r* — кора.

дѣятельнымъ въ течение всей жизни дерева, причемъ наружныя клѣтки пробки постепенно стираются, сщелщиваются, а изнутри нарастаетъ новая пробковая ткань. Такія деревья имѣютъ снаружи гладкую кору, напримѣръ, букъ, сѣрая ольха, пихта и др. Но у другихъ деревьевъ кора постоянно на поверхности лупится и трескается. У такихъ деревьевъ приблизительно въ возрастѣ 30—40 лѣтъ пробковый камбій замираетъ, но въ мякоти появляются новыя дугообразныя полоски пробковой ткани, распространяющіяся все на большую глубину древесной коры. Мякоть коры, ущемленная такими полосками пробки со всѣхъ сторонъ, разумѣется, отмираетъ, а кора начинаетъ лупиться и трескаться. Эту исполосованную слоями пробки кору называютъ **кор-**

дѣятельнымъ въ течение всей жизни дерева, причемъ наружныя клѣтки пробки постепенно стираются, сщелщиваются, а изнутри нарастаетъ новая пробковая ткань. Такія деревья имѣютъ снаружи гладкую кору, напримѣръ, букъ, сѣрая ольха, пихта и др. Но у другихъ деревьевъ кора постоянно на поверхности лупится и трескается. У такихъ деревьевъ приблизительно въ

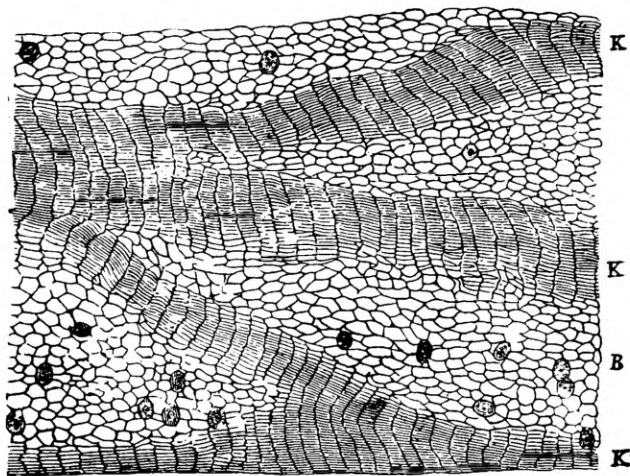


Рис. 203. Поперечный разрѣзъ корки *Cinchona Calisaya*: *K* — слои пробки, *B* — участки паренхимы коры съ разсѣянными въ нихъ толстостѣнными волокновидными клѣтками.

кою (см. рис. 203). Корку мы находимъ, напримѣръ, у дуба, у сосны и др. деревьевъ.

Вмѣстѣ съ прекращеніемъ существованія кожицы и образованіемъ на ея мѣстѣ пробковой ткани, разумѣется, прекращаютъ свое существованіе эпидермальныя волоски и дыхательныя устьяца. Пробка непроницаемымъ панциремъ одѣваетъ старыя части растенія, и во внутреннія ткани такихъ старыхъ частей долженъ бы прекратиться доступъ воды и воздуха. Но это было бы не выгодно растенію, ибо въ старыхъ частяхъ растенія, одѣтыхъ пробкой, имѣются живыя ткани, клѣтки которыхъ нуждаются въ притокѣ по крайней мѣрѣ свѣжаго воздуха для дыханія. И мы видимъ, дѣйствительно, что на поверхности стеблей, покрытыхъ пробкою, замѣтны особыя свѣтлыя бородавочки, называемыя чечевичками (см. рис. 204). Чечевички слагаются



Рис. 204. Вѣтвь дуба съ чечевичками на поверхности.

изъ рыхлой ткани, изъ рыхло связанныхъ клѣтокъ (см. рис. 205), и межклѣтныя ходы чечевичекъ находятся въ соединеніи съ межклѣтными ходами внутреннихъ живыхъ тканей растенія.

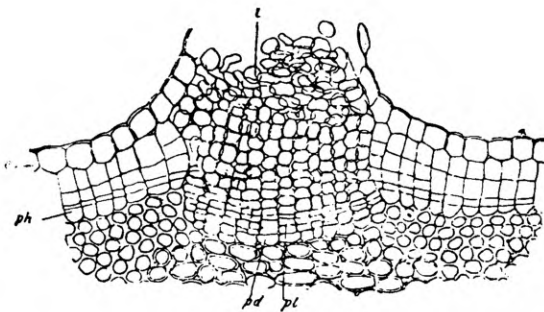


Рис. 205. Поперечный разрѣзъ черезъ чечевичку бузины (*Sambucus nigra*): *e* — эпидерма, *ph* — феллогенъ перидермы, *pl* — феллодерма, *pl* — феллогенъ чечевички, *l* — выполняющія клѣтки; увел. 50 разъ.

Слѣдовательно, разсѣянные среди пробковой ткани чечевички играютъ ту же роль, что и дыхательныя устьяца въ кожицѣ; онѣ служатъ для провѣтриванія внутреннихъ тканей растенія и для сообщенія ихъ съ внѣшней средой. Сообщеніе это, конечно, менѣе полное, чѣмъ черезъ дыха-

тельные устьяца, оно не регулируется замыкающимъ аппаратомъ, какъ у устьяць, но вѣдь и пробковая ткань гораздо полнѣе обособляетъ внутреннія ткани отъ вліянія внѣшнихъ условій, чѣмъ кожица. Въ этомъ весь ея смыслъ и значеніе.

Лекція семнадцатая.

Сосудисто-волокнистые или проводящіе пучки.

Самою сложною тканью высшихъ растений или, точнѣе говоря, системою нѣсколькихъ тканей являются такъ называемые **проводящіе** или **сосудисто-волокнистые пучки**. Это тѣ самыя жилки, или часто неправильно называемые нервы, которые мы видимъ, напримѣръ, въ листьяхъ высшихъ растений. Эти же жилки тянутся изъ листьевъ по стеблю и корню. Главное назначеніе сосудисто-волокнистыхъ пучковъ — проводить воду съ растворенными въ ней веществами. Растенія корнями поглощаютъ изъ земли воду съ растворенными въ ней минеральными веществами, и вода эта струится по проводящимъ пучкамъ растенія вверхъ до листьевъ. Въ листьяхъ, какъ вполнѣдствіи мы увидимъ подробнѣе, этотъ такъ называемый сырой питательный сокъ превращается въ готовую пищу, состоящую изъ воды, съ растворенными въ ней органическими веществами (углеводами, растворенными бѣлковыми соединеніями и т. п.), и теперь этотъ готовый питательный сокъ долженъ быть снова разнесенъ изъ листьевъ по всему растенію, во всѣ нарастающія или живыя его части, къ вновь образующимся листьямъ, цвѣтамъ, къ верхушкамъ стеблей, корней и т. д. Первый токъ, токъ сырого питательнаго вещества называется **восходящимъ токомъ**, второй токъ, токъ готоваго питательнаго сока, называется **токомъ нисходящимъ**, хотя названіе это не совсѣмъ точно, ибо токъ питательнаго вещества идетъ отъ листьевъ не только внизъ по направленію

къ нижнимъ частямъ стебля и къ корню, но и вверху и вбокъ, къ верхушкамъ молодыхъ растущихъ стеблей, къ распускающимся листовымъ почкамъ, къ развивающимся цвѣтамъ и плодамъ. Всѣ эти молодые новые органы черпаютъ строительный матеріалъ для своего роста и развитія изъ этого такъ называемаго нисходящаго питательнаго тока, идущаго изъ зеленыхъ листьевъ. Оба тока, и восходящій, и нисходящій, идутъ по сосудисто-волокнистымъ пучкамъ, и, дабы они не смѣшивались между собою, каждый проводящій пучекъ дифференцируется, обыкновенно, на двѣ различно построенныя и исполняющія различныя фізіологическія задачи части. Та часть пучка, которая проводитъ вверху по стеблю въ листья сырой питательный токъ, воду съ растворенными въ ней минеральными веществами, называется **древесной частью пучка**, иначе **ксилемой** или **хадромой**. Часть же пучка, по которой распространяется по растенію изъ листьевъ готовый питательный сокъ, состоящій изъ растворенныхъ въ водѣ органическихъ соединеній, называется **лубяной частью пучка**, иначе **флоэмой** или **лептомой**. Но сосудисто-волокнистые пучки, какъ показываетъ само названіе, обыкновенно состоятъ далеко не изъ однихъ водопроводныхъ элементовъ или трубокъ. Б. ч. въ пучкахъ этихъ, какъ въ ксилемѣ, такъ и во флоэмѣ, имѣются и механическіе элементы, прозенхимныя волокна, придающія механическую прочность и крѣпость какъ самому пучку, такъ и тѣмъ частямъ растенія, по которымъ проводящіе пучки эти проходятъ (листьямъ, стеблямъ, корнямъ). Лишь у тѣхъ растеній, у которыхъ особенно сильно развита и обособлена механическая ткань (см. рис. 198, 199), проводящіе пучки, замуравленные въ этой механической ткани, или прижатые къ ней съ одной стороны, или, наконецъ, окруженные съ нѣсколькихъ сторонъ, какъ влагалищемъ, механической тканью, состоятъ лишь изъ водопроводящихъ гистологическихъ элементовъ. Гораздо чаще сосудисто-волокнистый пучекъ играетъ одновременно роль и ткани проводящей, и ткани механической, будучи сотканъ такимъ образомъ изъ различнѣйшихъ гистологическихъ элементовъ. Сосудисто-волокнистые пучки представляютъ обыкновенно самыя прочныя, самыя крѣпкія части растенія. Если мацерировать растеніе, т. е. оставить его на долгое время въ водѣ, то почти всѣ ткани сгниваютъ, кромѣ сосу-

дисто-волокнистыхъ пучковъ. Листья превращаются тогда въ ажурное кружево, состоящее изъ анастомозирующихъ, вѣтвящихся и переплетающихся между собою тонкихъ жилокъ, если листъ былъ сѣтчато-нервный, какъ у большинства двудольныхъ растений. Стебель и корень оставляютъ послѣ гниенія въ водѣ тоже какъ бы скелетъ, состоящій изъ проходящихъ вдоль органа жилокъ, вѣтвящихся и анастомозирующихъ другъ съ другомъ. На рис. 206 изображена сѣть



Рис. 206. Сѣть сосудисто-волокнистыхъ пучковъ изъ стебля папоротника.

сосудисто-волокнистыхъ пучковъ изъ отмацерованнаго стебля папоротника, представляющая скелетъ этого стебля.

Обычно въ стебляхъ и листьяхъ растений наблюдаются такъ называемые **коллятеральные сосудисто-волокнистые пучки**, состоящіе изъ приложенной другъ къ другу древесной и лубяной части пучка, при чемъ въ стеблѣ древесная часть пучка обращена вовнутрь, а лубяная кнаружи, а въ листѣ древесная часть пучка обращена кверху, а лубяная направлена къ нижней сторонѣ листа. Но бываютъ **сосудисто-волокнистые пучки биколлятеральные**, у которыхъ по срединѣ расположена древесина, а лубъ сосредоточенъ по бокамъ, направо и налево отъ древесины. У папоротниковъ (см. рис. 207) мы наблюдаемъ **концентрические сосудисто-волокнистые пучки**,

у которыхъ въ центрѣ пучка расположены элементы древесины или ксилемы, а элементы луба или флоэмы окружаютъ со всѣхъ сторонъ ксилему: Въ корневицахъ, наоборотъ, наблюдаются проводящіе пучки, состоящіе внутри изъ нѣжныхъ элементовъ флоэмы, окруженныхъ вокругъ болѣе грубыми элементами ксилемы. Ксилемная или древесная часть пучка состоитъ изъ элементовъ съ одревенѣлыми стѣнками, тогда какъ лубяная часть пучка состоитъ изъ гистологическихъ элементовъ б. ч. съ нѣжными тонкими и при томъ целлюлёзными стѣнками. Поэтому, если на поперечный разрѣзъ сосудисто-волокнистаго пучка подѣйствовать іодомъ съ сѣрной кислотой или хлоръ-цинкъ-іодомъ, то лубяная часть пучка

окрашивается въ синий цвѣтъ, а древесная его часть — въ желтый цвѣтъ. Лубяная и древесная части пучка или непосредственно примыкають другъ къ другу, тогда такой пучекъ называется замкнутымъ (см. рис. 211); или между

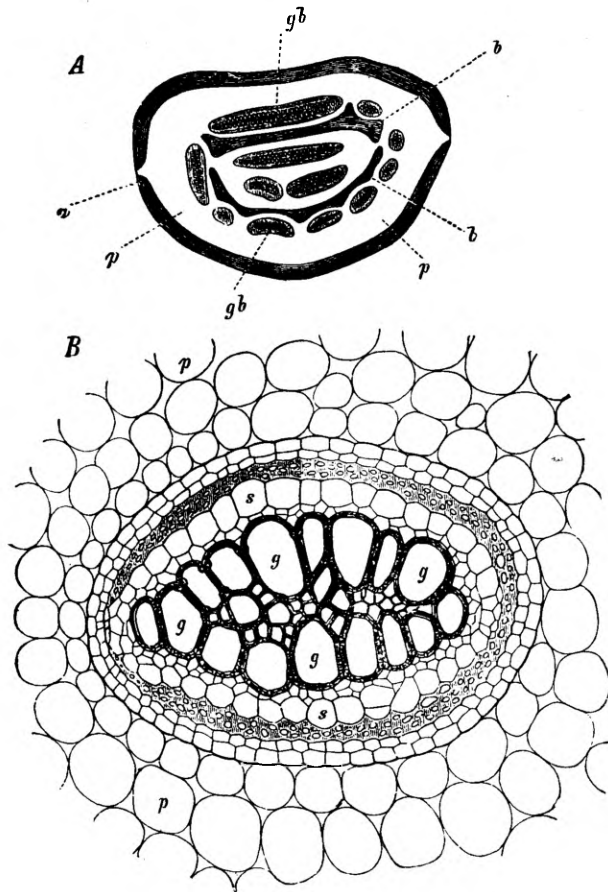


Рис. 207. А — поперечный разръзъ корневища папоротника *Pteris aquilina*: а, b — механическія ткани, gb — сосудистые пучки; В — поперечный разръзъ концентрическаго сосудистаго пучка изъ А: g — ксилема, s — флоэма.

древесной и лубяной частями пучка имѣется тонкій слой нѣжныхъ, жизнедѣятельныхъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ, густо наполненныхъ плазмой и способныхъ къ размноженію путемъ дальнѣйшаго дѣленія, называемыхъ **камбіальными клѣтками**. Эта нѣжная дѣлящаяся ткань, расположенная между ксилемой и флоэмой проводящаго пучка, называется **камбіемъ** (см. рис.

208, С, 209, *г*). Мы знаемъ уже, что проводящіе пучки получаютъ изъ прокамбіальной ткани, залагающей въ перилемѣ Камбій — это послѣдній остатокъ такой первичной прокамбіальной ткани, ущемленной между флоэмой и ксилемой проводящаго пучка. Пучки, имѣющие такую камбіальную прослойку, называются **открытыми** сосудисто-волокнустыми пучками (см. рис. 208, 209) и способны къ дальнѣйшему разрастанію въ толщину, тогда какъ пучки замкнутые, не имѣющие камбіа, къ дальнѣйшему разрастанію въ толщину не способны. Разрастаніе въ толщину открытыхъ сосудисто-волокнустыхъ пучковъ идетъ такъ: клѣтки камбіа, сами по себѣ таблитчатые и вытянутые, дѣлятся пополамъ тангентальными перегородками. Послѣ такого дѣленія одна изъ дочернихъ клѣтокъ, далѣе разрастаясь и метаморфозируясь, либо можетъ обратиться въ новый флоэмный элементъ, если она расположена на сторонѣ луба, либо въ новый ксилемный элементъ, если она приходится со стороны древесины (см. рис. 208, 209). Другая же дочерняя клѣтка остается клѣткой камбіальной, растетъ далѣе и черезъ нѣсколько времени снова дѣлится тангентальной перегородкой на двѣ. Новые элементы луба въ коллятеральномъ сосудисто-волокнустомъ пучкѣ подкладываются при этомъ на старый лубъ изнутри снаружи, новые элементы древесины накладываются на старые снаружи внутрь. Такимъ образомъ древесина растетъ въ толщину центробѣжно, а лубъ — центростремительно.

У однодольныхъ растений наблюдаются замкнутые сосудисто-волокнустые пучки. У двудольныхъ въ листьяхъ сосудисто-волокнустые пучки всегда замкнутые, ибо листь не утолщается, въ стеблѣ же двудольныхъ, если стебель не утолщается, — пучки замкнутые, если же онъ ежегодно утолщается, какъ у нашихъ кустарниковъ и деревьевъ, — пучки открытые. Тоже самое мы замѣчаемъ въ корневищахъ покрытосѣменныхъ растений и въ стебляхъ голосѣменныхъ. Въ корняхъ обыкновенно нѣтъ настоящихъ коллятеральныхъ сосудисто-волокнустыхъ пучковъ; тамъ, какъ увидимъ впоследствии, среди живой мякоти корня отдѣльно расположены пучки древесины или ксилемы и отдѣльно пучки луба или флоэмы. Между ними расположена живая мякоть корня, среди которой лишь впоследствии у многолѣтнихъ растений выра-

батывается слой камбіа, выдѣляющій внутрь корня новые элементы древесины и наружу — новые элементы луба.

Лубяная и древесная части пучка построены не одинаково и далеко не изъ однихъ и тѣхъ же гистологическихъ элементовъ. Такимъ образомъ и ксилема, и флоэма проводящаго пучка не есть собственно однообразная ткань, подобное кожной, мякотной, пробковой или механической ткани, а это ткань сложная или собраніе и сплетеніе нѣсколькихъ тканей. На рис. 208 представленъ поперечный и продольный разрѣзъ черезъ открытый сосудисто-волокнистый пучекъ подсолнечника. Буквою *X* обозначена здѣсь ксилемная или древесная часть пучка, буквою *P* — флоэмная или лубяная его часть. Между ними находится тонкій слой *C* — камбіа, состоящій изъ жизнедѣятельныхъ дѣлящихся нѣжныхъ клѣтокъ. Весь пучекъ проходитъ черезъ мякоть стебля и слѣва примыкаетъ къ мякоти сердцевины (*M*), а справа къ мякоти первичной коры стебля (*R*), отдѣляясь отъ нея такъ называемымъ **крахмалоноснымъ влагалищемъ** (*e*).

Въ **древесной части пучка**, какъ на продольномъ, такъ и на поперечномъ его разрѣзѣ, мы видимъ слѣдующіе гистологическіе элементы: спиральные сосуды (*s, s'*), крупные точечные сосуды (*t* и *t'*), изъ которыхъ правый сосудъ *t* молодой, только-что образовавшійся изъ камбіальныхъ клѣтокъ путемъ ихъ дальнѣйшаго роста и метаморфоза. Между спиральными и точечными сосудами мы видимъ элементы механической ткани, древесныя толстостѣнные прозенхимныя волокна (*h*). Въ **лубяной части пучка** мы видимъ во-первыхъ тонкостѣнные ситовидныя трубки (*sb*) съ богатымъ органическимъ содержимымъ и съ тонкостѣнными клѣтками-спутницами по бокамъ, и затѣмъ, ближе кнаружи, наблюдаются толстостѣнные механическіе элементы — лубяныя волокна (*b*).

На рис. 209 мы видимъ другой разрѣзъ черезъ открытый сосудисто-волокнистый пучекъ двудольнаго, дающій намъ тоже хорошее представленіе о строеніи этой сложной ткани. Идя слѣва направо, мы видимъ на рисункѣ клѣтки мякоти (*a*), затѣмъ сосудъ частью съ кольчатымъ, частью со спиральнымъ утолщеніемъ (*b*), далѣе спиральный сосудъ (*c*), очень широкій сѣтчатый сосудъ съ лѣстничной косою

перегородкой (*d*); далѣе слѣдуютъ клѣтки древесной паренхимы (*e*) съ одревенѣлыми утолщенными оболочками, плазматическимъ содержимымъ и туго набитыя крахмаломъ;

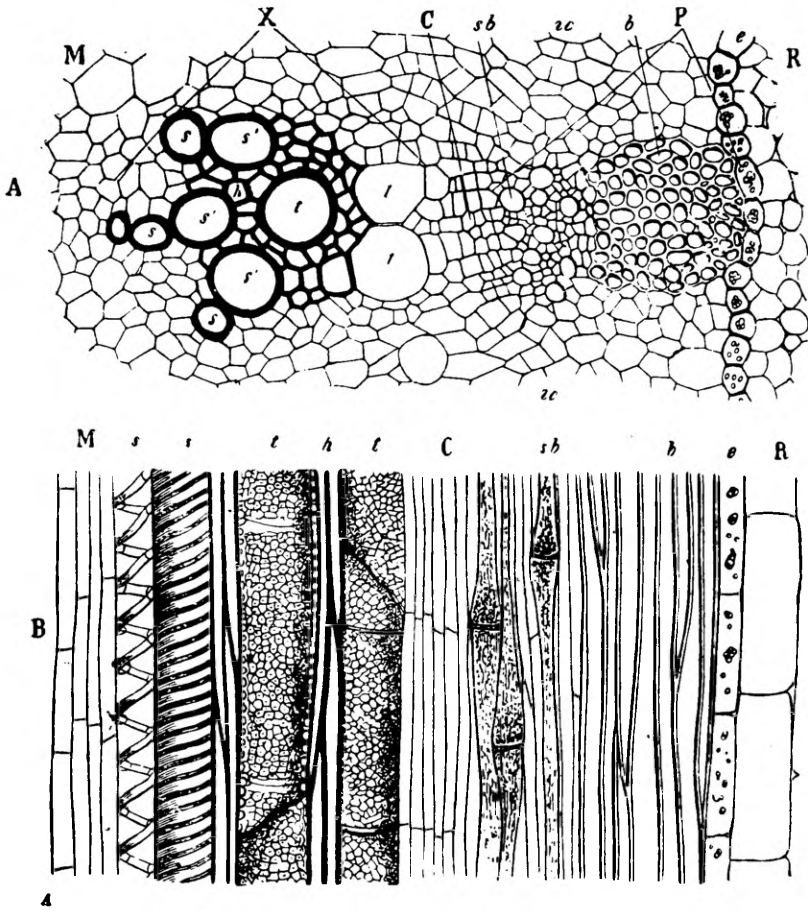


Рис. 208. А — поперечный разръзъ открытаго сосудисто-волокнистаго пучка изъ стебля подсолнечника (*Helianthus annuus*); В — продольный радиальный разръзъ того же пучка: М — сердцевина стебля, X — древесина сосудистаго пучка, Р — его лубъ. С — камбій, R — кора стебля; s, s' — спиральные сосуды, t — точечные сосуды, t' — молодые точечные сосуды, еще образующіеся, h — волокна, sb — ситовидныя трубки, b — волокновидныя клѣтки частнаго влагалища, e — общее крахмалоносное влагалище.

далѣе идутъ древесныя волокна (*f*), толстостѣнные прозенхимные мертвые механическіе элементы, затѣмъ очень широкій точечный сосудъ (*g*), съ окаймленными порами, опять механическіе элементы (*h*), представленные многока-

мерными древесными волокнами, т. е. толстостенными прозенхимными мертвыми элементами с косыми щелями и с тонкими поперечными перегородками. Все эти гистологические элементы, от *b* до *h* включительно, составляют древесину или ксилемную часть проводящего пучка. Вслед за сим идет камбий (*i*), отделяющий древесину от луба, и

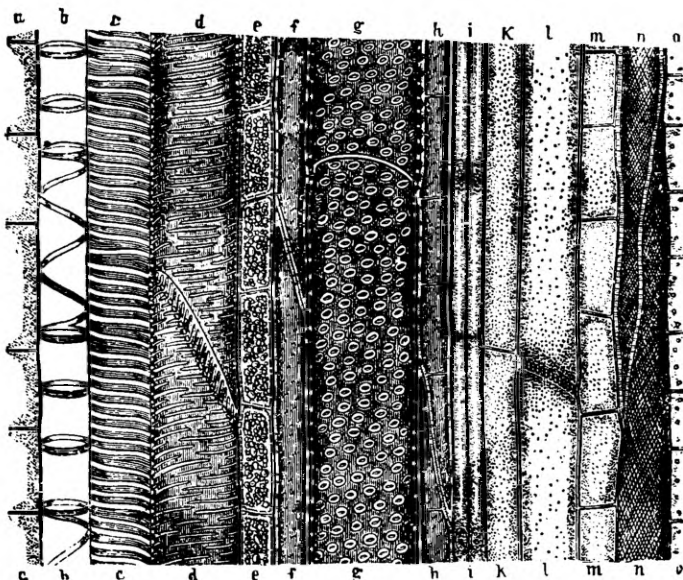


Рис. 209. Продольный разрез открытого сосудисто-волокнистого пучка из стебля двудольного растения. От *b* до *i* — древесинная, от *i* до *n* — лубяная часть пучка; *i* — разделяющий обе части камбий; *a* — паренхима сердцевины, *b* — сосуд с утолщением то спиральным, то кольчатым, *c* — спиральный сосуд, *d* — сѣтчатый, *g* — точечный, *e* — древесная паренхима, *f* — древесные волокна, *h* — древесные волокна многокамерные с перегородками, *l* — ситовидная трубка, *k* — сопровождающая клетка, *m* — лубяная паренхима, *n* — лубяное волокно, *o* — паренхима первичной коры.

затѣм лубяная часть пучка, состоящая из ряда клеток *k*, только что отдѣлившихся от клеток камбия и вырастающих в один из лубяных элементов или в клетку-спутницу, из ситовидных трубок (*l*), из тонкостенной лубяной паренхимы (*m*) и из толстостенных прозенхимных механических элементов — лубяных волокон (*n*). Справа к лубу примыкают клетки крахмалоносного влагалища (*o*).

На рис. 210 изображены отдѣльно важнѣйшіе элементы

такъ называемой **вторичной древесины**: древесная паренхима (*hp*), замѣняющее волокно (*ef*), древесное волокно (*h*) и многокамерное волокно (*gh*). Изъ этихъ гистологическихъ элементовъ слагается главнымъ образомъ древесная часть пучка многихъ растений, и въ особенности вторичная древесина.

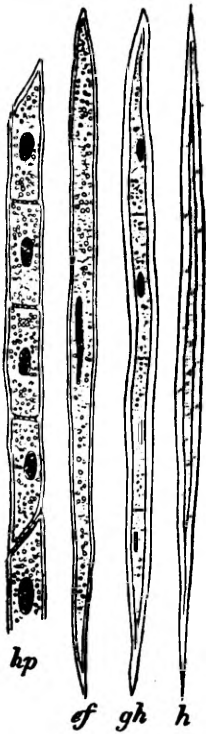


Рис. 210. Кѣтки вто-
ричной древесины:
hp — древесная паренхи-
ма, *ef* — замѣняющее во-
локно, *h* — волокно, *gh* —
многокамерное волокно.

товъ механической ткани (древесныя и лубяныя волокна). Какъ общее правило можно установить, что древесная часть пучка слагается изъ древесной паренхимы, древесныхъ волоконъ и сосудовъ, лубяная часть пучка изъ лубяной паренхимы, лубяныхъ волоконъ и ситовидныхъ трубокъ, замѣняющихъ въ лубѣ древесные сосуды. Въ лубяной части пучка никогда не бываетъ сосудовъ, а въ древесной его части всегда отсутствуютъ

Рис. 211 изображаетъ поперечный разрѣзъ черезъ **замкнутый сосудисто-волокнистый пучекъ** изъ стебля кукурузы. Наверху расположена флоэма (*Cb*), состоящая изъ элементовъ тонкостѣнныхъ, а нижняя часть разрѣза пучка занята ксилемой, въ которой мы различаемъ на разрѣзѣ кольчатые сосуды (*RG*) и болѣе крупныя точечныя сосуды (*PG*). Между сосудами и вокругъ всего сосудистаго пучка плотно расположилась прозенхимная толстостѣнная механическая ткань, въ которую какъ бы замуравленъ сосудисто-волокнистый пучекъ, а вокругъ механической ткани мы видимъ живыя крупныя тонкостѣнныя кѣтки основной ткани или мякоти. Кѣтки эти расположены рыхло, и между ними ясно видны межкѣльные ходы. Камбиальной ткани между флоэмой и ксилемой въ этомъ сосудисто-волокнистомъ пучкѣ не имѣется.

Изъ этихъ примѣровъ мы видимъ, что сосудисто-волокнистые пучки состоятъ и изъ элементовъ проводящей ткани (сосуды, ситовидныя трубки), и изъ элемен-

ситовидные трубки. Проводящими элементами пучка в древесине будут главным образом сосуды, трахеи или трахеиды, по которым идет восходящий ток, а в лубе — ситовидные трубки, по которым направляется нисходящий ток. Древесные и лубяные волокна, сосуды и трахеиды — элементы мертвые;

ситовидные трубки, древесная и лубяная паренхима — элементы живые. Итак, сосудисто-волокнистый пучок состоит из разных гистологических элементов, живых и мертвых, проводящих воду и играющих роль механической ткани. У разных растений эти гистологические элементы различным образом группируются в сосудисто-волокнистых пучках. Название „сосудисто-волокнистый пучок“ хотя и укоренилось в растительной анатомии, но далеко не точно, так как часто так называются сосудисто-

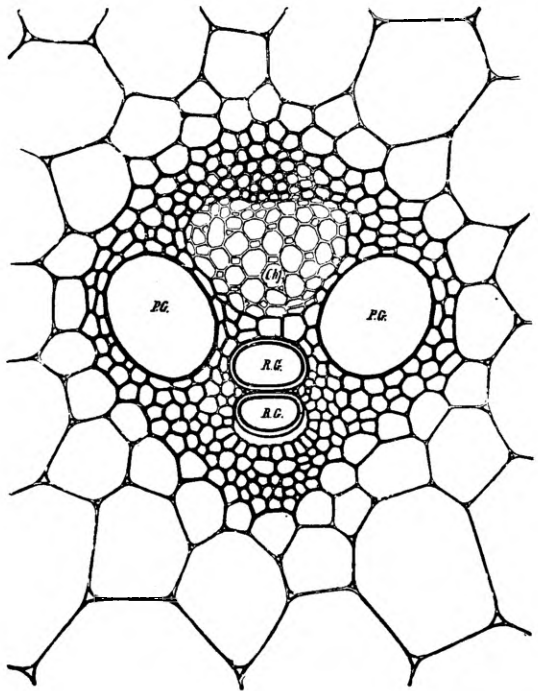


Рис. 211. Закрытый сосудисто-волокнистый пучок из стебля кукурузы в поперечном разрезе: *RG* — кольчатые сосуды, *PG* — точечные сосуды, *Cb* — лубяная часть пучка; крупные клетки по краям рисунка принадлежат мякоти или основной ткани, среди которой проходит сосудисто-волокнистый пучок.

волокнистые пучки лишены бывают именно сосудов. Хотя присутствие различных сосудов и весьма характерно для древесной части пучка, в отличие ее от лубяной части, но у многих растений отсутствуют сосуды и в древесине. У папоротникообразных хотя есть типичные проводящие пучки с флоэмой и ксилемой, но сосудов б. ч. нет. У голосеменных древесина состоит главным образом из древесных волокон с окаймленными порами, играющих роль

проводящихъ и одновременно механическихъ элементовъ. У нашихъ лиственныхъ породъ имѣются въ древесинѣ главнымъ образомъ лишь сосуды съ окаймленными порами (точечные сосуды — см. рис. 209, *g*).



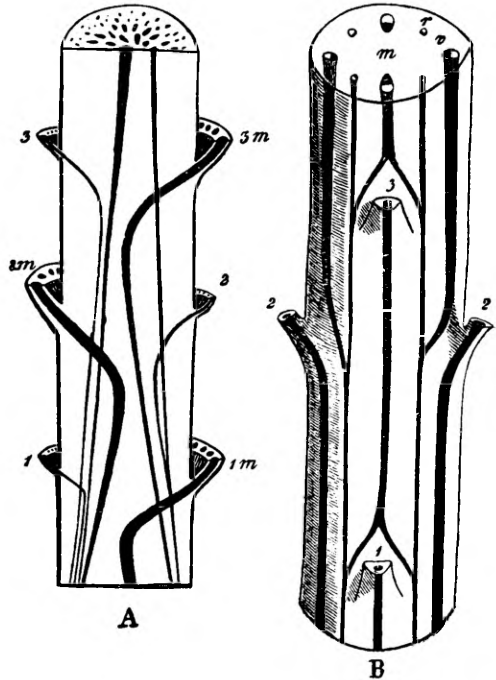
Рис. 212. Вѣтка вяза съ листовыми слѣдами и почками на узлахъ.

Спиральные и кольчатые сосуды встрѣчаются въ проводящихъ пучкахъ нашихъ травянистыхъ растений, а у деревьевъ только близь сердцевины, въ той части древесины, которая называется **сердцевинной трубкой** и которая образовалась въ самомъ началѣ. При дальнѣйшей дѣятельности камбія спиральные и кольчатые сосуды обыкновенно не образуются. У однихъ деревьевъ камбій ежегодно образуетъ сосуды въ теченіе всей своей дѣятельности, у другихъ деревьевъ лишь весенній камбій образуетъ сосуды и при томъ иногда очень крупныя. Клѣтки древесной паренхимы, хотя имѣютъ и одеревенѣлыя стѣнки, играютъ въ древесинѣ особую роль. Это клѣтки живыя и служатъ для накопленія питательныхъ веществъ на зиму. Это уже не проводящая и не механическая ткань, а **ткань собирающая**. Зимой клѣтки древесной паренхимы туго набиты крахмаломъ или масломъ; весной при быстромъ распусканіи и ростѣ деревьевъ, эти питательныя вещества поглощаются снова растеніемъ.

Въ лубяной части пучка также не всегда встрѣчаются всѣ три основные его элементы. Такъ, въ лубяной части пучка сосны и ели не бываетъ совсѣмъ лубяныхъ волоконъ, и лубъ ихъ состоитъ изъ тонкостѣнныхъ лишь элементовъ — лубяной паренхимы и ситовидныхъ трубокъ. У березы лубяныя волокна образуются лишь въ первый годъ жизни проводящаго пучка, а у липы отлагаются они ежегодно. Кора липы, вслѣдствіе обилія въ ней толстостѣнныхъ лубяныхъ волоконъ, идетъ на изготовленіе рогожъ, на плетеніе лаптей. Въ лубяныхъ частяхъ проводящихъ пучковъ льна, конопли и другихъ прядильныхъ растений лубяныя волокна особенно длинныя и прочныя и идутъ на изготовленіе пряжи.

Проводящие пучки, проходящие по стеблю, обыкновенно составляют продолжение пучковъ, образующихъ жилки въ листьяхъ. Такие пучки называются **общими**. Изъ каждого листа въ стебель проходитъ обыкновенно нѣсколько пучковъ, рѣже одинъ всего, у хвойныхъ. Б. ч. въ стебель входитъ изъ листа 3 или 5 сосудисто-волокнистыхъ пучковъ, что хорошо замѣтно на такъ называемыхъ **листовыхъ слѣдахъ** (см. рис. 212), остающихся осенью на вѣтвяхъ послѣ того, какъ листья опали. Но если листъ имѣетъ широкое влагалище, то въ стебель проходитъ изъ одного листа бѣльшее количество общихъ пучковъ.

Вступивъ въ стебель, общіе сосудисто-волокнистые пучки направляются книзу, но у разныхъ растений различно. Такъ, у пальмъ, напримѣръ, и у другихъ однодольныхъ такіе общіе пучки изгибаются въ стеблѣ дугообразно (см. рис. 213, А) и, пройдя нѣсколько междоузлій внизъ, сливаются съ



болѣе старыми сосудистыми пучками. У двудольныхъ обыкновенно общіе проводящие пучки, выйдя изъ листа, тянутся внизъ отвѣсно; затѣмъ, пройдя нѣсколько междоузлій, они раздвояются и сливаются направо и налево съ другими общими пучками (см. рис. 213, В). Бываютъ однако въ стеблѣ и пучки **спеціальные**, которые идутъ лишь по стеблю и въ листья не заходятъ. Въ листьяхъ сосудисто-волокнистые пучки послѣ иногда многократныхъ вѣтвлений и анастомозъ оканчиваются свободно среди листовой мякоти тонкими, обѣд-

ненными спеціальными елементами, окончаніями. Въ стебляхъ такія свободныя окончанія пучковъ наблюдаются очень рѣдко.

Итакъ, проводящіе пучки образуютъ въ растеніи одну связную, но весьма сложную сѣть жилокъ, играющую роль проводящей воду ткани, роль механическую и отчасти даже роль накапливающую питательныя вещества про запасъ, на зиму, напримѣръ. Сосудисто-волокнистыя пучки, какъ мы только что видѣли, представляютъ ткань очень сложную, и даже, точнѣе, ихъ надо считать не за одну ткань, а за собраніе и тѣсное сплетеніе нѣсколькихъ различныхъ тканей, различныхъ какъ по фізіологическому своему назначенію, такъ и по гистологическому строенію.

Лекція восемнадцатая.

Процессъ оплодотворенія у водорослей, мховъ и папоротникообразныхъ.

Въ цѣломъ рядѣ предшествующихъ лекцій мы видѣли, что клѣтка есть основная біологическая единица внутренняго строенія растений, и что все подчасъ весьма разнообразное и сложное внутреннее строеніе растений есть результатъ жизнедѣятельности и метаморфоза клѣтокъ, и только клѣтокъ. Но клѣтка есть вмѣстѣ съ тѣмъ начало жизни каждаго новаго растительнаго или животнаго индивидуума. Какъ бы сложно въ конечномъ результатѣ ни было построено то или иное животное или растение, его жизнь начинается съ клѣтки и притомъ съ одной единственной клѣтки. Мы видѣли на одной изъ прежнихъ лекцій, что водоросли размножаются при помощи зоогонидій или зооспоръ. Зоогонидія — это голая клѣтка, безъ оболочки, состоящая изъ цитоплазмы, съ ядромъ, пластидами и рѣсничками, при помощи которыхъ голый протопластъ этотъ свободно передвигается въ водѣ (см. рис. 215, 4, 217, с, d). Проплававъ нѣкоторое время въ водѣ, зоогонидія осѣдаетъ, втягиваетъ рѣснички, высачиваетъ на поверхности своей тонкую целлюлёзную оболочку и затѣмъ постепенно вырастаетъ въ новую водоросль, подобную той, которая произвела зоогонидіи. Такое размноженіе свойственно почти всѣмъ водорослямъ и называется **безполымъ размноженіемъ**. Въ теченіе цѣлаго ряда поколѣній водоросли могутъ размножаться такимъ безполымъ путемъ, причемъ начало каждому новому индивидууму водоросли даетъ одна единственная зоогонидія, иначе говоря,

одна единственная голая клѣтка, состоящая однако изъ всѣхъ основныхъ живыхъ составныхъ частей, изъ цитоплазмы, ядра, пластидъ и центрозомъ. Но у очень многихъ водорослей имѣется и другой способъ размноженія, называемый **половымъ**. Онъ состоитъ въ томъ, что двѣ голыхъ клѣтки сливаются между собою въ одну клѣтку (см. рис. 214, 215, 5, 6, 7), причемъ цитоплазма обѣихъ клѣтокъ сливается въ одну цитоплазму оплодотворенной клѣтки, а оба клѣточныхъ ядра тоже соединяются другъ съ другомъ, образуя двойное ядро, состоящее изъ хроматиноваго вещества или наслѣдственной массы обѣихъ сливающихся между собою половыхъ клѣтокъ. Ядро такой производной клѣтки, получившейся изъ слиянія двухъ клѣтокъ, образуется изъ первоначально бывшихъ самостоятельными

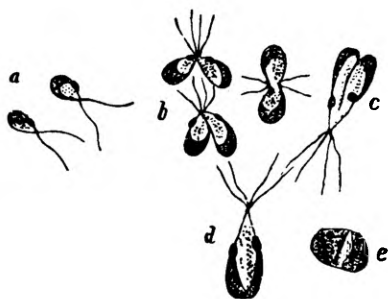


Рис. 214. Копуляція равнозначущихъ гаметъ водоросли: *a—d* — послѣдовательныя стадіи этого процесса, *e* — клѣтка, образовавшаяся путемъ копуляціи двухъ гаметъ (зигоспора или изоспора).

двухъ ядеръ путемъ весьма сложнаго процесса, обратнаго процессу каріокинеза, причемъ надо замѣтить, что въ ядрахъ обѣихъ половыхъ клѣтокъ число хромозомъ всегда

вдвое меньше, чѣмъ въ остальныхъ клѣткахъ даннаго организма, а при половомъ актѣ, главный моментъ котораго состоитъ въ слиянїи двухъ ядеръ половыхъ клѣтокъ, въ новообразовавшемся ядрѣ число хромозомъ снова удваивается, и готовая клѣтка, получившаяся послѣ такого полового процесса, имѣетъ въ ядрѣ своемъ опять нормальное для даннаго организма количество хромозомъ.

Половой актъ у водорослей наступаетъ обыкновенно подъ вліяніемъ неблагоприятныхъ условій существованія, на примѣръ, подъ осень или среди лѣта, когда водоему, въ которомъ живутъ водоросли, грозитъ опасность высохнуть. Тогда водоросли, вмѣсто бесполовыхъ зоогонидій, образуютъ голыя половыя клѣтки, неспособныя сами по себѣ поодиночкѣ къ дальнѣйшему развитію, но способныя попарно сливаться другъ съ другомъ и такимъ путемъ образовать новую, но уже двойную клѣтку. Эта то теперь единственная

двойная клѣтка, результатъ полового акта, высачиваетъ на поверхности своей толстую простую или часто двойную оболочку, протоплазматическое содержимое ея сильно сгущается, теряя воду, и въ такомъ видѣ покоющаяся клѣтка можетъ пережить засуху, зиму, очень высокую или очень низкую температуру, и прорастаетъ въ новое растеніе лишь послѣ возвращенія обычныхъ условий существованія водорослей, т. е., напримѣръ, послѣ наступленія дождливаго времени вслѣдъ за б. и. м. продолжительной засухой, или по окончаніи зимы, съ наступленіемъ весенняго времени.

Голая половая клѣтка водорослей могутъ быть очень похожи на бесполоя зоогонидіи. Только ихъ образуется обыкновенно больше числомъ въ каждой производящей ихъ клѣткѣ, чѣмъ бесполоыхъ зоогонидій, и онѣ б. ч. мельче послѣднихъ.

Такія половая клѣтки называются гаметами. Гаметы попарно сливаются другъ съ другомъ въ половомъ актѣ (см. рис. 214), причемъ двѣ сливающіяся между собою гаметы могутъ быть совершенно одинаковой величины и формы. Въ результатѣ получается покоющаяся клѣтка, называемая изоспорой или зиготой (см. рис. 215, 8), а самый процессъ этотъ называется копуляціей или изога-

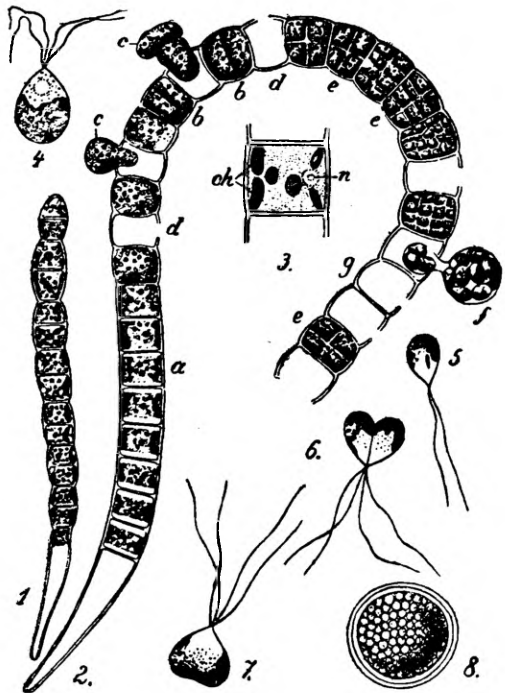


Рис. 215. Нитчатая водоросль — *Ulothrix zonata*: 1 — молодая нить; 2 — болѣе старая нить съ зооспорами и гаметами, а — вегетативныя клѣтки, b — начинающееся образование зооспоръ, c — выходъ зооспоръ, d, g — опорожненныя клѣтки, e — образование гаметъ, f — выходъ гаметь; 3 — вегетативная клѣтка, n — ядро, ch — хлорофильныя зерна; 4 — зооспора, 5 — гамета, 6 и 7 — копуляція гаметь, 8 — зигота.

мией, что въ переводѣ на русскій языкъ значить — равнобрачїе. Въ этой простѣйшей формѣ полового акта мы не можемъ отличить мужскую половую клѣтку отъ женской. Обѣ сливающіяся между собою гаметы совершенно одинаковой величины и формы, обѣ имѣютъ одинаковое количество рѣсничекъ, обѣ одинаково подвижны (см. рис. 214, 215, 5, 6, 7). Интересно однако, что и при изогаміи никогда не сливаются попарно двѣ сестринскихъ гаметы, происшедшія изъ одной и той же материнской клѣтки, а сливаются попарно двѣ гаметы разнаго происхожденія, или происшедшія изъ разныхъ клѣтокъ одного и того же индивидуума, или еще охотнѣе сливаются между собою гаметы, происшедшія отъ разныхъ индивидуумовъ той же водоросли. Такое явленіе называется **перекрестнымъ оплодотвореніемъ**, и мы видимъ, что перекрестное оплодотвореніе встрѣчается на самыхъ низшихъ ступеняхъ развитія растительнаго царства, на такихъ ступеняхъ, гдѣ половой актъ выраженъ еще очень примитивно, гдѣ нѣтъ еще раздѣленія половъ. Эта перекрестность оплодотворенія красной нитью проходитъ во всемъ растительномъ царствѣ и имѣетъ глубокое біологическое значеніе, ибо такимъ образомъ при половомъ процессѣ сливаются двѣ не абсолютно-одинаковыя по наслѣдственнымъ свойствамъ своимъ клѣтки. Имѣя одинаковыя видовыя наслѣдственныя свойства, половыя клѣтки эти имѣютъ однако же разныя индивидуальныя особенности, которыя комбинируются между собою въ клѣткѣ оплодотворенной и въ результатѣ даютъ новыя хотя бы и весьма незначительныя индивидуальныя отклоненія въ слѣдующемъ поколѣніи. Накопленіе же изъ поколѣнія въ поколѣніе такихъ новыхъ индивидуальныхъ и полезныхъ для организма отклоненій, передаваемыхъ по наслѣдству, представляетъ основной стимулъ эволюціи органическаго міра, какъ учитъ теорія Дарвина и его послѣдователей.

У нѣкоторыхъ водорослей при половомъ размноженіи въ однѣхъ клѣткахъ образуются половыя гаметы болѣе мелкія, а въ другихъ клѣткахъ — болѣе крупныя. Тѣ и другія гаметы, отличаясь другъ отъ друга лишь величиною, въ остальномъ отношеніи очень похожи другъ на друга, по формѣ, по количеству рѣсничекъ и т. д. При половомъ актѣ у этихъ водорослей попарно сливаются двѣ разнозна-

чущихъ гаметы, т. е. одна мелкая гамета съ одной крупной, и въ этихъ случаяхъ никогда не замѣчали, чтобы попарно сливались между собою двѣ мелкихъ гаметы или двѣ крупныхъ, хотя бы и разнаго происхожденія. Тутъ мы видимъ первый намекъ на раздѣленіе половъ, причемъ мелкія гаметы мы можемъ въ данномъ случаѣ назвать мужскими, а болѣе крупныя — женскими. И мужскія, и женскія гаметы свободно плаваютъ въ водѣ, отыскиваютъ другъ друга и попарно сливаются. И мужскія, и женскія половыя клѣтки обладаютъ одинаково активнымъ движеніемъ, но женскія крупнѣе и заключаютъ въ себѣ нѣсколько большій запасъ питательныхъ веществъ, чѣмъ мужскія клѣтки. Ядра мужскихъ и женскихъ клѣтокъ совершенно одинаковы по величинѣ и по количеству хроматина (наслѣдственной массы), но въ женскихъ клѣткахъ больше цитоплазмы или, точнѣе говоря, трофоплазмы, т. е. питательной плазмы, чѣмъ въ клѣткахъ мужскихъ.

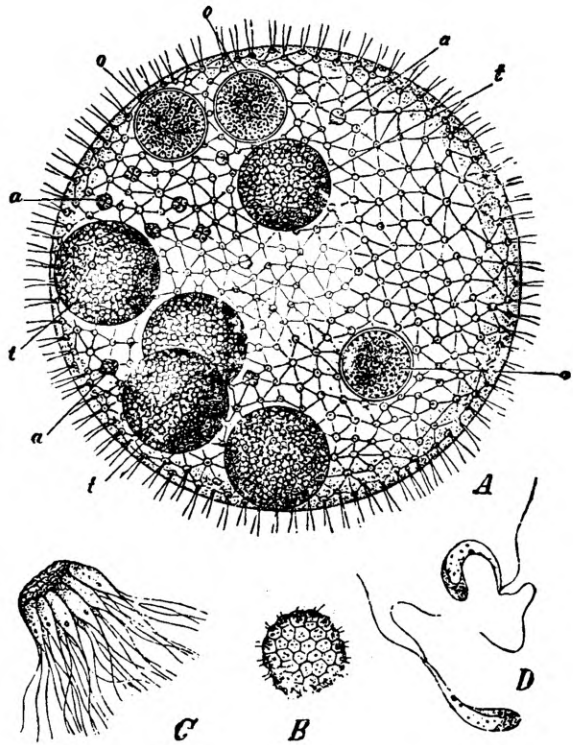


Рис. 216. Оплодотвореніе колониальной водоросли *Volvox aureus*: А — взрослая колонія съ пятью дочерними маленькими колоніями (t), тремя оплодотворенными оогоніями (o) и нѣсколькими спермогоніями (a), въ которыхъ образуются пучки сперматозоидовъ; В — пучекъ сперматозоидовъ сверху при большемъ увеличеніи, С — онъ-же сбоку, D — отдѣльные сперматозоиды или живчики.

У наиболѣе развитыхъ водорослей раздѣленіе половыхъ

клѣтокъ пошло еще дальше. Женскія половыя клѣтки являются у нихъ въ видѣ одного или немногихъ крупныхъ голыхъ и притомъ утерявшихъ способность къ активному

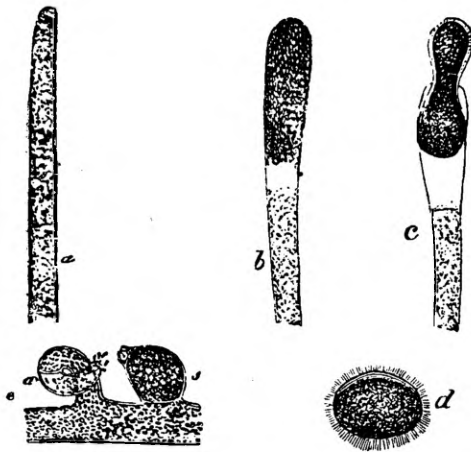


Рис. 217. Нитчатая водоросль — *Vaucheria clavata*; *a* — конецъ вегетативной нити, *b* — конецъ нити булавовидно надувается передъ образованіемъ зооспоры *c* — выходъ зооспоры, *d* — зооспора, *e* — половые органы: *a* — спермогоній *s* — оогоній.

движенію протопластовъ, богатыхъ трофоплазмой и различными питательными въ ней включеніями. Такая женская клѣтка называется **оосферой** или **яйцомъ**, а органъ, ее произведшій, называется **оогоніемъ** (см. рис. 216, *A, o*, 217, *s*, 218, *o*, 219, *s*). Оосфера пассивна, но богата питательными веществами. Въ цитоплазмѣ оосферы мы находимъ обыкновенно въ изобилии маслянистыя капли и другія

питательныя вещества.

Мужскія половыя клѣтки у такихъ водорослей, въ противоположность женскимъ, очень мелкія, снабжены жгутиками и отличаются большой подвижностью. Онѣ называются **живчиками**, **сперматозоидами** или **антерозоидами** (см. рис. 216, *B, C, D*, 219, *z, az*, 220, *z*). Ихъ обыкновенно образуется очень много въ мужскомъ половомъ органѣ водорослей. Этотъ половой органъ водорослей мы будемъ называть **спермогоніемъ** (см. рис. 216, *A, a*, 217, *e, a*, 218, *a*, 220), т. е. органомъ, производящимъ сперматозоиды, въ отличіе отъ оогонія или женскаго органа водорослей, т. е. органа, производящаго оосферу или яйцо. Надо здѣсь же замѣтить, что мужскіе и женскіе органы водорослей по существу своему

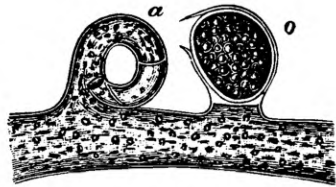


Рис. 218. Половые органы нитчатой водоросли — *Vaucheria sessilis*: *a* — спермогоній, *o* — оогоній съ яйцомъ внутри.

одноклѣтны, но передъ образованіемъ голыхъ половыхъ клѣтокъ ядро и цитоплазма половыхъ органовъ водорослей дѣлятся и производятъ такимъ образомъ большее количество производныхъ голыхъ клѣтокъ. Впрочемъ, оогоній чаще всего у водорослей образуетъ одно всего яйцо, а слѣдовательно содержащее его не дѣлится, тогда какъ содержащее спермогонія повторно дѣлится очень много разъ и производитъ внутри себя б. ч. огромное количество сперматозоидовъ или живчиковъ, заключенныхъ въ оболочку материнской клѣтки спермогонія.

Половые органы водорослей образованія одноклѣтныя, и этимъ они рѣзко отличаются отъ половыхъ органовъ высшихъ растений — мховъ и папоротникообразныхъ. У этихъ расте-

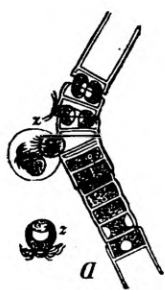


Рис. 220. Спермогоніи водоросли *Oedogonium* съ выходящими изъ нихъ живчиками или сперматозоидами (2).

ній также имѣются половые органы, мужскіе, производящіе антерозоиды, и женскіе, внутри которыхъ образуется всегда по одному яйцу. Но половые органы мховъ и папоротни-

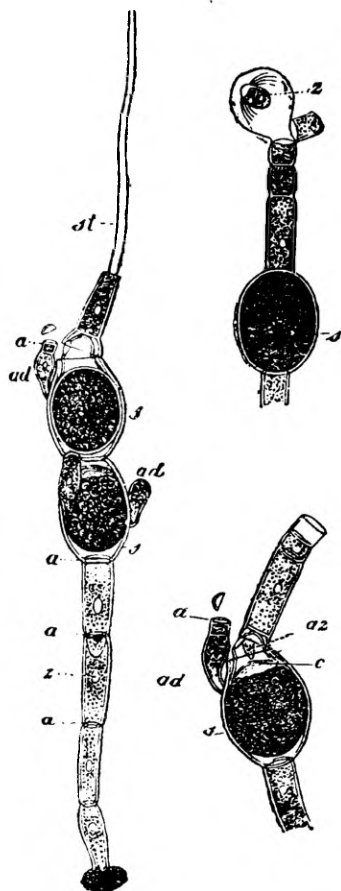


Рис. 219. Оплодотвореніе нитчатой водоросли эдогонія (*Oedogonium*): *a* — клѣточные поперечныя перегородки, *s* — оогоній съ яйцомъ или оосферой, *c* — воспринимающее пятно оогонія, *z* — живчикъ или антерозоидъ, *ad* — карликовое добавочное мужское растение, *az* — вторичный живчикъ, *st* — щетинка или seta.

ковъ, въ отличіе отъ таковыхъ у водорослей, многоклетные и имѣютъ весьма сложное строеніе, съ которымъ мы познакомимся впоследствии. Мужскіе органы мховъ и

папоротниковъ называются **антеридіями** (см. рис. 221), а женскіе — **архегоніями** (см. рис. 222)¹⁾.

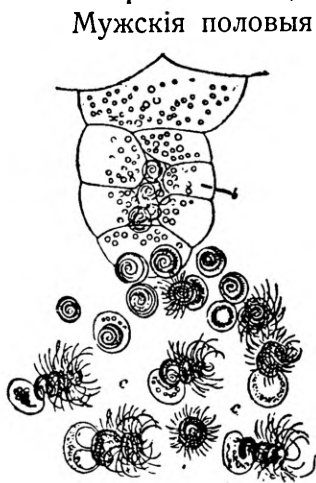


Рис. 221. Антеридій папоротника: *b* — клѣтка стѣнки антеридія, *с, с* — антерозоиды или живчики.

Мужскія половыя клѣтки водорослей или живчики, какъ уже сказано, крайне подвижны и отличаются очень малой величиной. Иногда онѣ въ нѣсколько десятковъ, даже сотенъ разъ мельче женскихъ половыхъ клѣтокъ или оосферъ. Онѣ нерѣдко состоятъ изъ одного клѣточного ядра съ весьма тонкимъ слоемъ цитоплазмы и цитоплазматическими рѣсничками, при помощи которыхъ живчики весьма быстро двигаются въ водѣ и отыскиваютъ оосферы, б. ч. остающіяся внутри произведшихъ ихъ оогоніевъ. Рѣже у нѣкоторыхъ водорослей

(напримѣръ, у фукуса) оосферы передъ оплодотвореніемъ пассивно выталкиваются въ воду изъ оогоніевъ и пассивно же плаваютъ въ водѣ (см. рис. 85, *h*, на стр. 83). На первый взглядъ кажется, что живчики имѣютъ очень крупное ядро, но на самомъ дѣлѣ ядро живчиковъ той же величины и состоитъ изъ того же количества хроматина (половинаго количества), что и ядро оогонія.

Процессъ оплодотворенія у такихъ высшихъ водорослей, равно какъ у мховъ и папоротникообразныхъ, у которыхъ такія же отношенія между живчиками и оосферами или яйцами, какъ и у водорослей, состоитъ въ томъ, что живчики, двигаясь



Рис. 222. Архегоній мха: *st* — многокѣлтная ножка архегонія, *о* — яйцо или оосфера, *hw* — клѣтки стѣнки шейной части архегонія.

1) У водорослей женскіе органы, какъ однокѣлтные, называются, въ отличіе отъ женскихъ органовъ мховъ и папоротниковъ, оогоніями но для мужскихъ органовъ водорослей обычно удерживается то же названіе антеридіевъ, что и для мховъ и папоротниковъ. Это однако совершенно неслѣдовательно, а потому я и не называю мужскіе органы водорослей антеридіями, а даю имъ самостоятельное названіе — спермогоніи аналогичное оогоніямъ водорослей.

въ водѣ, отыскиваютъ женскіе половые органы, проникаютъ въ нихъ черезъ отверстія, имѣющіяся въ оогоніяхъ (у водорослей) или архегоніяхъ (у мховъ и папоротникообразныхъ), и, достигая яйца, сливаются съ нимъ. Сливается съ женскимъ яйцомъ всегда одинъ лишь живчикъ, хотя въ женской половой органъ можетъ проникнуть и много живчиковъ. При этомъ сляніи, плазма живчика какъ бы растворяется въ плазмѣ яйца, а ядро живчика, въ процессѣ, обратномъ процессу каріокинеза,

сливается съ ядромъ яйца, и получается новое ядро съ двойнымъ количествомъ хроматина или наследственной массы. Въ результатъ женское яйцо оплодотворено. У водорослей оно окружается тогда оболочкой, часто двойной, толстой, и переходитъ въ покоящееся состояніе. Оплодотворенное яйцо водорослей именуется **ооспорой** (см. рис.

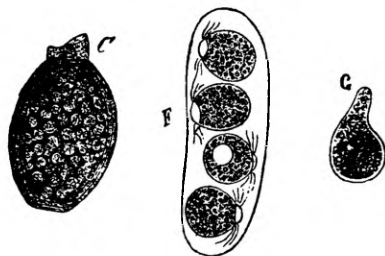


Рис. 223. *C* — Ооспора водоросли *Oedogonium*; *F* — четыре бесполохъ зоогонидіи, образующіяся путемъ четвертованія при прорастаніи ооспоры; *G* — прорастающая бесполоя зоогонидія.

223, *C*), а самъ процессъ называется **оогаміей** (см. рис. 216, 217, 218, 219), въ противоположность **изогаміи** (см. рис. 214, 215), когда оплодотворенная клѣтка получилась путемъ слянія двухъ одинаковыхъ половыхъ клѣтокъ, напримѣръ, двухъ гаметъ. Ооспора водорослей, окруженная плотной оболочкой, можетъ перенести различныя неблагоприятныя условія существованія. Она можетъ высохнуть или замерзнуть и не потерять своей жизнеспособности. Объясняется это не только тѣмъ, что ооспора одѣта толстой непроницаемой оболочкой, но и тѣмъ, что плазматическое содержимое ея заключаетъ въ себѣ очень мало воды и крайне сгущено. Когда наступаютъ снова благоприятныя условія существованія, ооспора всасываетъ въ себя новую воду и либо прямо прорастетъ въ водоросль, давшую ей начало и начинающую затѣмъ размножаться бесполоыми зооспорами, либо плазматическое содержимое ооспоры повторно дѣлится нѣсколько разъ (обыкновенно на четыре голыхъ протопласта) и выходитъ наружу изъ оболочки ооспоры въ видѣ бесполохъ зооспоръ (см. рис. 223, *F*), которыя, про-

плававъ нѣкоторое время, осѣдаютъ, втягиваютъ рѣснички, высачиваютъ оболочку и прорастаютъ (см. рис. 223, *G*), образуя производшую ооспору водоросль.

У мховъ и папоротникообразныхъ сущность оплодотворенія состоитъ въ томъ же. Живчики этихъ растений проникаютъ въ женскіе половые органы — архегоніи, гдѣ на днѣ всегда имѣется одно крупное голое женское яйцо (см. рис. 222, *o*). Одинъ изъ живчиковъ сливается съ яйцомъ этимъ такъ же, какъ и у водорослей, и яйцо также одѣвается теперь, послѣ оплодотворенія, оболочкой. Но у этихъ растений выдѣляемая оплодотвореннымъ яйцомъ оболочка крайне тонкая, целлюлёзная, а оплодотворенное яйцо мховъ и папоротникообразныхъ не переходитъ послѣ оплодотворенія въ покоящееся состояніе, не образуетъ ооспоры. Наоборотъ, оплодотворенное яйцо сейчасъ же, окружившись оболочкой, приступаетъ къ дальнѣйшему развитію и дѣленію, и изъ одной оплодотворенной клѣтки образуется постепенно много первоначально паренхимныхъ клѣтокъ. Образуется такимъ образомъ первичная паренхимная ткань, изъ которой, путемъ дальнѣйшаго ея роста и метаморфоза, развивается сначала зародышъ, а за тѣмъ и взрослое растеніе мха или папоротника. Интересно при этомъ, что вырастающее изъ оплодотвореннаго яйца мховъ и папоротниковъ растеніе совсѣмъ не похоже на материнское растеніе, производшее яйцо и живчики, и оно не способно къ дальнѣйшему половому размноженію. Оплодотворенное яйцо мховъ и папоротникообразныхъ производитъ новое такъ называемое **безполое поколѣніе** этихъ растений, размножающееся лишь безполыми одноклѣтными спорами. И только изъ этихъ безполыхъ споръ снова вырастаетъ растеніе, производящее половые органы (см. рис. 224) — архегоніи (*a, a*) и антеридіи (*b, b*) съ ихъ половыми продуктами, и совершенно похожее на растеніе того **полового поколѣнія**, которое раньше произвело оплодотворенное яйцо. У мховъ и папоротникообраз-

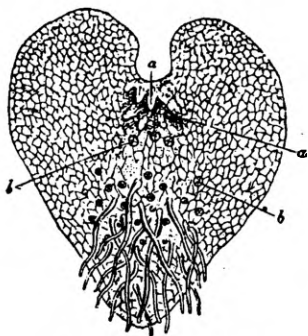


Рис. 224. Половое поколѣніе или предростокъ папоротника съ нижней стороны: *a, a* — архегоніи, *b, b* — антеридіи среди ризоидовъ или корневыхъ волосковъ.

Рис. 224. Половое поколѣніе или предростокъ папоротника съ нижней стороны: *a, a* — архегоніи, *b, b* — антеридіи среди ризоидовъ или корневыхъ волосковъ.

ныхъ мы видимъ интересное явленіе — **чередованія поколѣній**, отсутствующее у водорослей. Водоросли могутъ размножаться и бесполоыми зоогонидіями, и половымъ путемъ, при помощи оплодотворенныхъ яицъ, но здѣсь одинъ способъ размноженія не чередуется правильно съ другимъ способомъ размноженія, а половой актъ наступаетъ лишь подъ вліяніемъ неблагоприятныхъ условий существованія, есть какъ бы стадія приспособленія въ жизни этихъ растений.

Мхи и папоротникообразныя обязательно размножаются половымъ путемъ. У нихъ половые органы — архегоніи и антеридіи образуются не подъ вліяніемъ наступленія неблагоприятныхъ условий существованія, а какъ неизбежное слѣдствіе ихъ жизни и какъ результатъ происходящаго въ растеніяхъ этихъ обмѣна вещества и энергіи. Сущность половыхъ продуктовъ и полового акта мховъ и папоротниковъ та же, что и у высшихъ водорослей: яйцо и живчикъ, и сліяніе яйца съ живчикомъ въ процессъ, обратномъ процессу каріокінеза. Разница лишь въ обстановкѣ полового акта и въ его результатѣ. У мховъ и папоротникообразныхъ, называемыхъ **архегоніатными растеніями**, половой актъ происходитъ при помощи сложно устроенныхъ многоклѣтчныхъ половыхъ органовъ, а у водорослей при помощи органовъ одноклѣтчныхъ. Результатомъ полового акта водорослей является покоящаяся изоспора или ооспора, а у архегоніатныхъ растеній оплодотворенное яйцо немедленно приступаетъ къ дѣленію, развивается въ зародышъ, и далѣе зародышъ этихъ растеній, безъ всякаго періода покоя, развивается въ взрослое растеніе (см. рис. 225), но не похожее на растеніе его произведшее и не способное къ размноженію половымъ путемъ. Это новое бесполое поколѣніе производитъ одноклѣтныя споры, одѣтыя двумя оболочками и способныя къ покоющемуся состоянію, къ перенесенію неблагоприятныхъ условий существованія. Такимъ образомъ у архегоніатныхъ растеній приспособленіе къ перенесенію неблагоприятныхъ условий существованія передвинуто совершенно въ



Рис. 225. Молодой папоротникъ съ предросткомъ, на которомъ онъ возникъ; *a* — первый листъ; *b* — корень.

другую стадію ихъ жизни, чѣмъ у водорослей. Тамъ, у водорослей половой актъ наступаетъ при приближеніи неблагоприятныхъ условій существованія, и результатъ полового акта — изоспора или ооспора, и есть приспособленіе къ перенесенію этихъ неблагоприятныхъ условій существованія. А у мховъ и папоротникообразныхъ взрослое растеніе, результатъ полового акта, производитъ безполымъ путемъ особья одноклѣтныя споры, одѣтыя толстой приспособительной оболочкой и приспособленныя къ перенесенію неблагоприятныхъ условій существованія. Изъ безполыхъ споръ этихъ у мховъ и папоротникообразныхъ вырастаетъ новое поколѣніе, совершенно не похожее на предыдущее, спорообразующее, но абсолютно идентичное съ поколѣніемъ предпредыдущимъ, дѣдовскимъ, размножавшимся половымъ путемъ. Такимъ образомъ у этихъ болѣе высшихъ растеній, у архегоніатныхъ растеній мы видимъ характерное явленіе правильнаго чередованія двухъ поколѣній, абсолютно не похожихъ другъ на друга — полового и безполага.

Водоросли, въ смыслѣ полового размноженія, интересны потому, что мы видимъ у нихъ постепенное развитіе и обособленіе полового акта. У самыхъ низшихъ растеній, у амѣбидныхъ (амѣбы, вампирелли, миксомицеты) полового акта совсѣмъ нѣтъ. У низшихъ водорослей мы видимъ явленіе изогаміи, т. е. половой актъ состоитъ въ сліяніи двухъ равнозначущихъ половыхъ гаметъ. Далѣе, гаметы эти, оставаясь одинаковыми по формѣ и устройству своему, равно и по физиологическимъ свойствамъ, начинаютъ различаться лишь по величинѣ, и половой актъ состоитъ въ копуляціи двухъ гаметъ разной величины, маленькой мужской съ крупной женской. Наконецъ, у высшихъ водорослей вырабатывается типичный половой процессъ, свойственный по существу своему всѣмъ высшимъ растеніямъ и животнымъ, до человѣка включительно. Этотъ типичный половой процессъ въ основѣ своей состоитъ въ сліяніи подвижного мелкаго, почти лишеннаго цитоплазмы, живчика съ крупнымъ пассивнымъ яйцомъ, состоящимъ изъ обширной цитоплазматической голой массы, богатой при томъ же запасными питательными веществами. Живчикъ состоитъ главнымъ образомъ изъ ядернаго вещества, но ядерное вещество маленькаго живчика по количеству хроматина и объему совершенно одинаково съ таковымъ же ядернымъ ве-

ществомъ яйць, а самая сущность оплодотворенія состоитъ въ слияніи обоихъ ядеръ, мужского и женскаго, между собою въ процессѣ обратномъ процессу каріокинеза.

Раздѣленіе половъ, впервые ясно выраженное у высшихъ водорослей, сказывается не только въ морфологическихъ свойствахъ половыхъ клѣтокъ. Мужскія половыя клѣтки отличаются отъ женскихъ не только своей величиной и формой, или, точнѣе говоря, не столько величиной и формой, сколько своими фізіологическими свойствами, неизбѣжнымъ отраженіемъ которыхъ и является различіе въ величинѣ и формѣ мужскихъ и женскихъ половыхъ клѣтокъ. По мѣрѣ того какъ у водорослей все сильнѣе и сильнѣе намѣчается раздѣленіе половъ, тѣмъ сильнѣе выясняются и фізіологическія свойства половыхъ клѣтокъ. Женскія клѣтки, дѣлаясь крупнѣе, лишаются своей первоначально свойственной имъ подвижности. Онѣ становятся пассивными, но за то богатыми трофоплазмой, питательной плазмой. Наоборотъ, отличительная особенность мужскихъ клѣтокъ — ихъ усиленная активность. Дабы быть активнѣе, энергичнѣе, мужскія клѣтки уменьшаютъ свою величину, и уменьшеніе это идетъ на счетъ плазмы питательной, на счетъ трофоплазмы. Обѣимъ же половымъ клѣткамъ, и мужской, и женской, свойственна одна особенность, отличающая рѣзко **половыя клѣтки** отъ остальныхъ клѣтокъ организма, отъ такъ называемыхъ **соматическихъ клѣтокъ**. Въ ядрахъ половыхъ клѣтокъ имѣется въ два раза меньше хромозомъ, хроматиноваго вещества, наслѣдственной массы, чѣмъ въ ядрахъ соматическихъ клѣтокъ. Поэтому то сами по себѣ дальше половыя клѣтки, въ противоположность клѣткамъ соматическимъ, развиваться не могутъ. И лишь слившись другъ съ другомъ, дополнивъ, такъ сказать, другъ друга, образуютъ двѣ половыя клѣтки одну новую гармоническую оплодотворенную клѣтку, съ нормальнымъ количествомъ наслѣдственной массы и со способностью вновь произвести новый сложно устроенный растительный или животный организмъ, наслѣдующій признаки какъ материнской, такъ и отцовской произведшей его клѣтки, какъ материнскаго, такъ и отцовскаго организма: активность, энергію — отъ отца, способность къ хорошему питанію и росту вмѣстѣ съ долей пассивности — отъ матери. Въ этомъ сущность акта оплодотворенія, въ этомъ его тайна, и въ этомъ же его сила, которая двигаетъ и управляетъ всѣми организмами, населяющими нашу планету.

Лекція девятнадцатая.

Процессъ оплодотворенія у высшихъ цвѣт- ковыхъ растений.

Высшія цвѣтковыя растенія начинаютъ индивидуальную жизнь свою такъ же съ одной единственной оплодотворенной яйцеклѣтки, какъ и водоросли, мхи и папоротникообразныя. **Яйцеклѣтка** цвѣтковыхъ растеній такая же голая клѣтка, какъ оосферы водорослей и яйца архегоніатныхъ растеній, мужская же половая клѣтка, оплодотворяющая яйцеклѣтку, здѣсь утѣряла свою подвижность и пассивно доносится до яйцеклѣтки особымъ весьма сложнымъ аппаратомъ, съ устройствомъ котораго мы сейчасъ познакомимся. Мужскія оплодотворяющія клѣтки называются здѣсь **генеративными клѣтками**. Послѣ оплодотворенія яйцеклѣтки она высачиваетъ оболочку, приступаетъ къ повторному дѣленію и такъ же, какъ и у архегоніатныхъ растеній, образуетъ **зародышъ** будущаго растенія. Яйцеклѣтки цвѣтковыхъ растеній помещаются внутри сѣмяпочекъ, а эти послѣднія расположены въ завязи цвѣтка. Когда послѣ оплодотворенія изъ яйцеклѣтки сѣмяпочки развивается зародышъ будущаго растенія, то сама сѣмяпочка, разрастаясь дальше, превращается въ **сѣмя**, а заключающая сѣмяпочки завязь пестика развивается въ **плодъ**. Послѣ этого у цвѣтковыхъ растеній наступаетъ стадія покоя, передвинутая здѣсь опять въ другой періодъ развитія растенія, чѣмъ у водорослей и архегоніатныхъ. Цвѣтковыя растенія размножаются сѣменами и въ видѣ сѣмянъ могутъ б. и. м. долгое время пребыть въ состояніи скрытой жизни и переносить холодъ, жаръ, засуху и прочія неблагоприятныя условія существованія, такъ же, какъ и

ооспоры водорослей или бесполоя споры архегоніатныхъ растений. Біологически ооспоры водорослей, бесполоя споры архегоніатныхъ растений и сѣмена цвѣтковыхъ растений аналогичны, ибо все это стадіи покоя растений, но морфологически и генетически образования эти далеко не равнозначущи. **Ооспора** водорослей (см. рис. 223, *C*) — непосредственный продуктъ оплодотворенія, и изъ ооспоры, послѣ ея прорастанія, развивается та же водоросль или ея бесполоя зоогонидіи (см. рис. 223, *F*). **Споры** мховъ и папоротникообразныхъ — продукты размноженія **бесполога** или **спорофитнаго поколѣнія** этихъ растений, отличающагося морфологически отъ **поколѣнія** полового или **гаметофитнаго**, и изъ споры, при прорастаніи ея, вырастаетъ не то растеніе, которое ихъ произвело, не спорофитъ, а снова половое поколѣніе — **гаметофитъ**, рѣзко морфологически отличный отъ поколѣнія бесполога. И ооспоры водорослей, и бесполоя споры архегоніатныхъ растений — **одноклѣтныя** образования. **Сѣмена** цвѣтковыхъ растений являются, подобно ооспорамъ водорослей или подобно цѣлому бесполому поколѣнію архегоніатныхъ растений, продуктами оплодотворенія. Это образование многоклѣтное и морфологически весьма сложное. Внутри сѣмени находится зародышъ, развившійся въ сѣмяпочкѣ и сѣмени изъ одной единственной оплодотворенной яйцеклѣтки. Если сѣмя посѣять, то зародышъ его вырастаетъ въ такое же растеніе, какимъ было материнское растеніе, произведшее яйцеклѣтку и затѣмъ сѣмя. Значитъ, у цвѣтковыхъ растений нѣтъ столь ясно выраженнаго и вполне опредѣленнаго чередованія поколѣній, какъ у мховъ и папоротникообразныхъ.

Органомъ размноженія цвѣтковыхъ растений является **цвѣтокъ**. Цвѣтокъ, какъ мы знаемъ уже изъ первыхъ лекцій, есть метаморфозированный листостебельный побѣгъ, предназначенный для цѣлей размноженія. Въ цвѣткѣ мы различаемъ существенные органы размноженія — **тычинки** и **пестики**, и органы несущественные — **покровы цвѣтка**. Покровы цвѣтка могутъ быть зелеными, чашечковидными и окрашенными, лепестковидными; тѣ и другіе представляютъ не что иное, какъ верхушечные метаморфозированные листья плодущаго побѣга, и занимаютъ нижнюю часть оси цвѣтка. На верхней части цвѣточной оси сидятъ плодолистики или

метаморфозированные плодущіе листья, соотвѣтствующіе споролистикамъ архегоніатныхъ растений. Сначала помѣщаются мужскіе плодолистики или тычинки, а выше, на вершинѣ цвѣточной оси, сидятъ женскіе плодолистики, образующіе одинъ или нѣсколько пестиковъ цвѣтка.

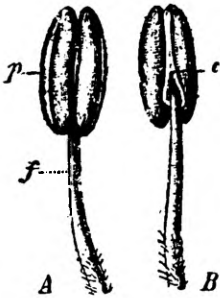


Рис. 226. Тычинка: *A* — спереди, *B* — сзади; *f* — тычиночная нить, *p* — пыльникъ, *c* — связникъ или спайникъ.

Тычинка состоитъ изъ нити (см. рис. 226, *f*) и пыльника (*p*). Каждый пыльникъ состоитъ какъ бы изъ двухъ половинокъ или мѣшковъ, соединенныхъ между собою спайникомъ (см. рис. 226, *B*, *c* и рис. 227, *f*). Молодой пыльникъ тычинки состоитъ обыкновенно изъ четырехъ гнѣздъ (см. рис. 227, *A*, *a*, *a'*), внутри которыхъ развивается пыльца или цвѣтень. Но передъ созрѣваніемъ пыльника обыкновенно многоклетныя перегородки, разграничивающія два парныхъ гнѣзда пыльника, разрушаются, и два гнѣзда попарно сливаются, такъ что готовый пыльникъ обыкновенно бываетъ двугнѣздный (см. рис. 227, *B*). Впрочемъ, иногда бываютъ пыльники и въ готовомъ состояніи четырехгнѣздные, а изрѣдка попадаются тычинки съ одnogнѣздными зрѣлыми пыльниками и спайникомъ; такія тычинки въ молодости имѣли всего два гнѣзда въ пыльникѣ.

Въ гнѣздахъ пыльника особымъ сложнымъ процессомъ, о которомъ мы пока говорить не будемъ, развивается пыльца или цвѣтень. Готовая пыльца цвѣтковыхъ растений представляетъ обыкновенно одноклетное образование (см. рис. 228). Клетка, образующая пыльцу, одѣта двумя оболочками; внутри она состоитъ изъ всѣхъ существенныхъ живыхъ элементовъ,

Рис. 227. Строение пыльника покрытосѣменнаго растения. *A* — поперечный разрѣзъ пыльника до вскрытія, *B* — послѣ раскрытія; *f* — спайникъ, *a*, *a'* — пыльцевой мѣшокъ; въ *A* — пыльца еще развивается, въ *B* — она готова.



Рис. 227. Строение пыльника покрытосѣменнаго растения. *A* — поперечный разрѣзъ пыльника до вскрытія, *B* — послѣ раскрытія; *f* — спайникъ, *a*, *a'* — пыльцевой мѣшокъ; въ *A* — пыльца еще развивается, въ *B* — она готова.

т. е. изъ цитоплазмы, ядра и пластидъ. Въ протоплазмѣ пыльца наблюдаются обыкновенно крахмальные зерна, капельки масла и другія питательныя вещества. Одѣта пыльца, такъ же, какъ и бесполоя споры папоротникообразныхъ, двумя оболочками. Внутренняя оболочка тонкая, целлюлёзная и называется **интиной**; наружная же оболочка пыльцы толстая, съ различными наружными утолщеніями и узорами; она пропитана пробковымъ веществомъ и называется **эксиной**. Обыкновенно пыльцу цвѣтковыхъ растений называютъ мужскимъ половымъ продуктомъ, а тычинку мужскимъ половымъ органомъ цвѣтка. Но такое наименованіе или сравненіе не точно, ибо тычинка не есть еще мужской половой органъ цвѣтковыхъ, и она вовсе не

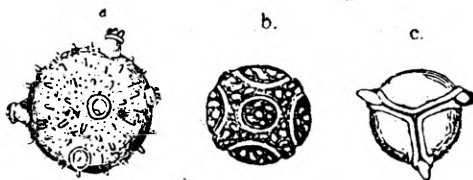


Рис. 228. Пыльца различныхъ цвѣтковыхъ растений.

гомологична мужскимъ половымъ органамъ низшихъ растений — спермогоніямъ водорослей и антеридіямъ мховъ и папоротникообразныхъ. Тычинка есть мужской лишь споролистикъ или плодолистикъ, производящій мужскія споры или пыльцу. Пыльца же не есть мужской половой продуктъ или мужская клѣтка, гомологичная живчикамъ водорослей, мховъ или папоротниковъ. Хотя пыльца и одноклѣтное образованіе, но это не мужская еще оплодотворяющая клѣтка; послѣдняя имѣется и у цвѣтковыхъ растений, но она образуется внутри пыльцы, при дальнѣйшемъ ея развитіи. Если пыльцу помѣстить, напримеръ, на сочную поверхность арбузной корки или въ сахарный сиропъ, то пыльца начинаетъ прорастать. Проростаніе пыльцы заключается въ слѣдующемъ. Внутренняя тонкая оболочка пыльцы, интина, подъ давленіемъ разрастающагося внутренняго живого содержимаго, начинаетъ вытягиваться и вырастать въ такъ называемую **пыльцевую трубочку**, одѣтую интиной (см. рис. 229). Тонкая нѣжная интина при этомъ прободаетъ толстую



Рис. 229. Проростаніе пыльцы, выпускающей пыльцевую трубочку.

и одноклѣтное образованіе, но это не мужская еще оплодотворяющая клѣтка; послѣдняя имѣется и у цвѣтковыхъ растений, но она образуется внутри пыльцы, при дальнѣйшемъ ея развитіи. Если пыльцу помѣстить, напримеръ, на сочную поверхность арбузной корки или въ сахарный сиропъ, то пыльца начинаетъ прорастать. Проростаніе пыльцы заключается въ слѣдующемъ. Внутренняя тонкая оболочка пыльцы, интина, подъ давленіемъ разрастающагося внутренняго живого содержимаго, начинаетъ вытягиваться и вырастать въ такъ называемую **пыльцевую трубочку**, одѣтую интиной (см. рис. 229). Тонкая нѣжная интина при этомъ прободаетъ толстую

эскину, что облегчается тѣмъ, что обыкновенно въ экзинѣ имѣются либо просто утонченныя мѣста, либо даже отверстія, прикрытыя иногда особыми крышечками, черезъ которыя и вытягивается пыльцевая трубочка. Обыкновенно такихъ заранѣе предуказанныхъ отверстій въ экзинѣ пыльцы имѣется три, но иногда и больше (см. рис. 228, 229). Хотя пыльца при образованіи своемъ въ пыльцевомъ мѣшкѣ и представляетъ одну всего клѣтку, съ однимъ, слѣдовательно, всего ядромъ, но въ зрѣлой пыльцѣ цвѣтковыхъ растений мы наблюдаемъ два ядра, и все содержимое клѣтки раздѣлено на-

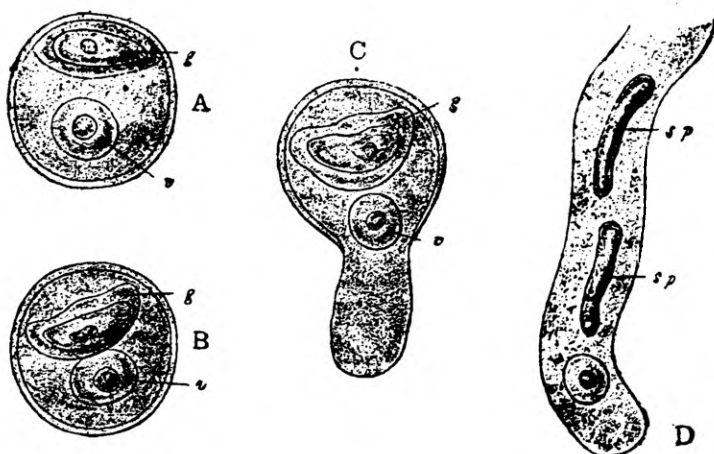


Рис. 230. Развитие генеративныхъ клѣтокъ или сперматозоидовъ въ пыльцевой клѣткѣ покрытосѣменнаго растенія: *A* и *B* — пыльцевая клѣтка съ вегетативною (*v*) и генеративною (*g*) клѣтками; *C* — начало образованія пыльцевой трубочки; *D* — конецъ пыльцевой трубочки съ двумя генеративными ядрами или сперматозоидами (*sp*); впереди нихъ въ пыльцевой трубочкѣ вегетативное ядро.

двое тонкой, даже не целлюлёзной, а плазматической болѣе плотной перепонкой, и готовая пыльца, въ сущности, представляетъ образованіе уже двуклѣтное (см. рис. 230, *A*, *B*). Одна изъ этихъ двухъ клѣтокъ можетъ быть названа **вегетативной клѣткой** (*v*), другая же—**генеративной** (*g*). Въ пыльцевую трубочку прорастаетъ вегетативная клѣтка, и туда же, въ пыльцевую трубочку направляется прежде всего и ядро вегетативной клѣтки пыльцы (см. рис. 230, *C*). По мѣрѣ роста пыльцевой трубочки, вскорѣ въ нее же перекочевываетъ и генеративная клѣтка, ядро которой затѣмъ дѣлится пополамъ, и каждое изъ этихъ двухъ новыхъ генеративныхъ

ядеръ облекается своимъ тонкимъ слоемъ цитоплазмы, но не окружается оболочкой, первоначально же бывшая плазматическая пленка, отдѣлявшая генеративную клѣтку пыльцы отъ вегетативной, совершенно растворяется. Теперь въ нижнемъ концѣ все далѣе растущей пыльцевой трубочки (см. рис. 230, D) мы имѣемъ одно

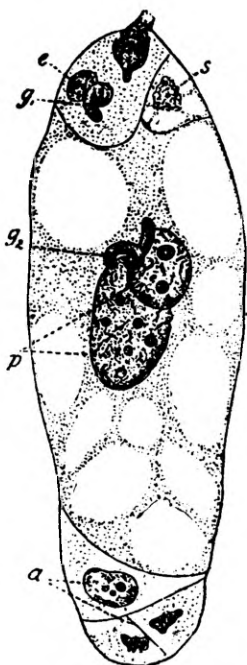


Рис. 232. Зародышевый мѣшокъ покрытосѣменнаго растенія и двойное оплодотвореніе: *c* — яйцеклѣтка, *s* — синергида, *a* — антиподы, *p* — полярныя ядра, образующія вторичное ядро, *g*₁, *g*₂ — генеративныя клѣтки, производящія червеобразныя движенія.

вегетативное ядро и два ядра генеративныхъ (*sp*), собственно двѣ свободныхъ голыхъ генеративныхъ клѣтки, состоящихъ главнымъ образомъ изъ

ядра. Эти то двѣ генеративныя клѣтки и соотвѣтствуютъ, какъ по своему происхожденію, такъ и по назначенію, сперматозоидамъ водорослей, мховъ и папоротникообразныхъ. Онѣ, правда, лишены рѣсничекъ и свободного активнаго движенія, онѣ остаются въ пыльцевой трубкѣ, въ ея нижнемъ концѣ, но несомнѣнно, что это тѣ же сперматозоиды или мужскія половыя клѣтки. У нѣкоторыхъ голосѣменныхъ растеній, принадлежащихъ собственно къ растеніямъ архегоніатнымъ, а не цвѣтковымъ, найдены были весьма крупныя и сложно устроенныя типичныя сперматозоиды (см. рис. 231), съ рѣсничками и активно плавающіе въ водѣ, по выходѣ изъ пыльцевой трубочки. У нѣкоторыхъ покрытосѣменныхъ цвѣтковыхъ растеній Навашинымъ и Гиньяромъ были обнаружены червеобразныя активныя движенія генеративныхъ клѣтокъ, хотя эти послѣднія и лишены рѣсничекъ, при помощи которыхъ обыкновенно двигаются мужскіе протопласты (см. рис. 232, *g*₁, *g*₂). Итакъ, голымъ мужскимъ половымъ клѣткамъ водорослей и архегоніатныхъ растеній соотвѣтствуетъ не пыльца цвѣт-



Рис. 231. Зрѣлый сперматозоидъ *Ginkgo biloba*; увеличенный въ 520 разъ.

Рис. 231. Зрѣлый сперматозоидъ *Ginkgo biloba*; увеличенный въ 520 разъ.

ковыхъ растений, а тѣ двѣ генеративныя клѣтки, которыя развиваются въ пыльцевой трубчкѣ при ея прорастаніи.

Поищемъ теперь, гдѣ же скрыта у цвѣтковыхъ растений женская половая клѣтка или яйцеклѣтка, яйцо. Подобно

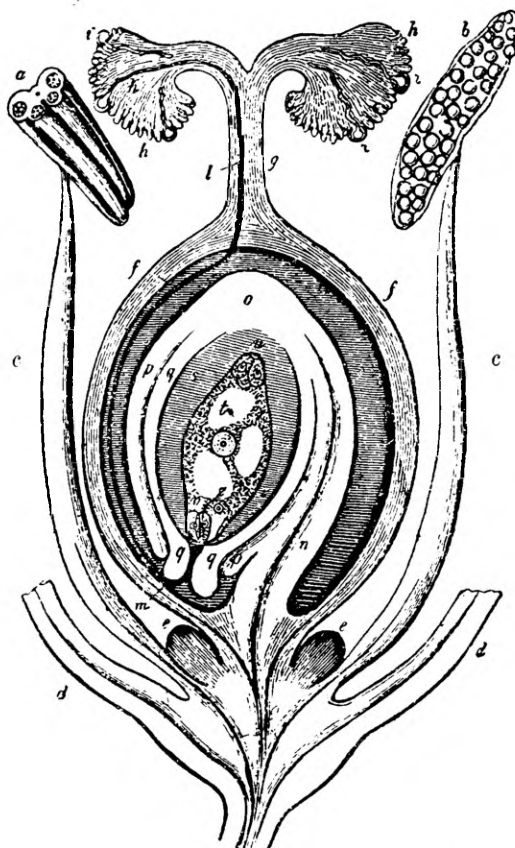


Рис. 233. Схема оплодотворенія покрытосѣменнаго растенія: *d* — основаніе цвѣточного покрова; *e, e* — двѣ тычинки, пыльникъ одной (*a*) разрѣзанъ поперекъ, а другой (*b*) вдоль; *e, e* — нектарники; *f* — завязь, *g* — столбикъ, *h* — рыльце. Въ завязи одна обратная сѣмяпочка (*o*): *n* — сѣмяножка, *p* — внѣшній, *q* — внутренній покровъ сѣмяпочки, *s* — ядро яичка или сѣмяпочки, *t* — вакуоли зародышеваго мѣшка; въ верхнемъ концѣ зародышеваго мѣшка (*u*) находятся три клѣтки анטיפоды, а внизу зародышеваго мѣшка, близъ микропиле (*m*) — яйцеклѣтка (*ε*) и двѣ вспомогательныя клѣтки или синергиды (*c*); *r* — пылинки, выпускающія на рыльцѣ пыльцевыя трубочки; одна изъ нихъ (*l*) тянется черезъ столбикъ и завязь до микропиле (*m*) или сѣмявхода сѣмяпочки.

какъ въ сказкѣ о Кашеѣ безсмертномъ иголкѣ, такъ яйцеклѣтка цвѣтковыхъ растений запрятана за многими и многими замками, и сразу найти ее не такъ то легко. У водорослей или такъ называемыхъ оогоніатныхъ растеній яйцеклѣтка находится въ единственной обыкновенно поверхностной оогоніатной клѣткѣ — въ оогоніи (см. рис. 218, *o*, 219, *s*). У архегоніатныхъ растеній яйцеклѣтка лежитъ на днѣ брюшной части многоклѣтнаго архегонія (см. рис. 222, *o*). А у цвѣтковыхъ растеній она запрятана въ сложномъ органѣ, называемомъ пестикомъ. Но пестикъ совершенно не гомологиченъ ни оогонію водорослей, ни архегонію мховъ и папоротникообразныхъ.

Внутри цвѣтка вышихъ растеній

имѣется одинъ или нѣсколько пестиковъ. Возьмемъ простѣйшій и болѣе при томъ частый случай, когда въ цвѣткѣ имѣется одинъ всего пестикъ (см. рис. 233). Пестикъ состоитъ обыкновенно изъ полой внутри завязи (*f*), столбика (*g*) и рыльца (*h*). Онъ образуется изъ срастанія краями или боками одного или нѣсколькихъ женскихъ плодолистиковъ, метаморфозированныхъ и самыхъ верхушечныхъ листьевъ того листостебельнаго побѣга, который образуетъ цвѣтокъ. Полая внутри завязь пестика можетъ быть одногнѣздной, двугнѣздной или многгнѣздной, и

внутри молодой завязи, находящейся еще въ цвѣткѣ, имѣется всегда одна или нѣсколько сѣмяпочекъ. Сѣмяпочки современемъ разовьются въ сѣмена цвѣтковыхъ растений, а изъ завязи образуется плодъ.

Для простоты на нашемъ рисункѣ изображена одна всего сѣмяпочка (*o*) внутри завязи.

Сѣмяпочка залага-

ется внутри завязи въ видѣ бугорка сначала однообразной паренхимной ткани (см. рис. 231, *A, B*). Но затѣмъ, по мѣрѣ роста этого бугорка, одна изъ клѣтокъ этой однообразной паренхимной ткани начинаетъ усиленно расти и вытѣсняетъ сосѣднія паренхимныя клѣтки. Эта увеличивающаяся сильнѣе другихъ паренхимная клѣтка (см. рис. 234, *C, D, E, m*) называется зародышевымъ мѣшкомъ сѣмяпочки, а остальная паренхимная ткань составляетъ то, что называется ядромъ или основой сѣмяпочки (см. рис. 234, *C, D, E, nc, 235, n*). У основанія ядра молодой сѣмяпочки вскорѣ появляется валикъ паренхимной однообразной ткани. Валикъ этотъ

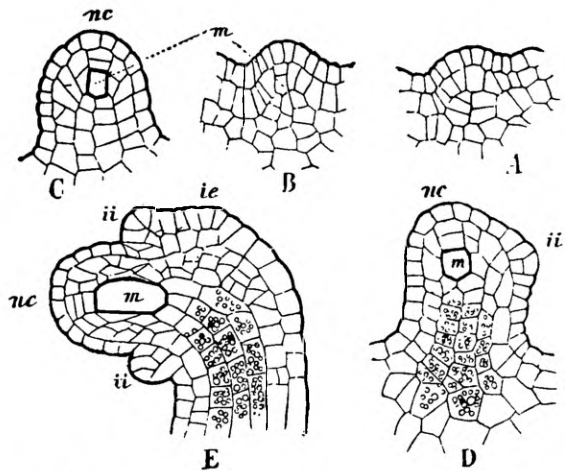


Рис. 234. Развитие согнутой сѣмяпочки красной смородины (*Ribes rubrum*): *A—E* — послѣдовательныя стадіи развитія; *m* — археспорій (материнская клѣтка зародышеваго мѣшка); *nc* — nucellus или ядро сѣмяпочки; *ii* — внутренній покровъ или интегументъ сѣмяпочки; *ie* — внѣшній ея покровъ.

(см. рис. 234, *D, E, ii*, 235, *i*) разрастается снизу вверхъ и обрастаетъ вокругъ сѣмяпочки въ видѣ такъ называемаго

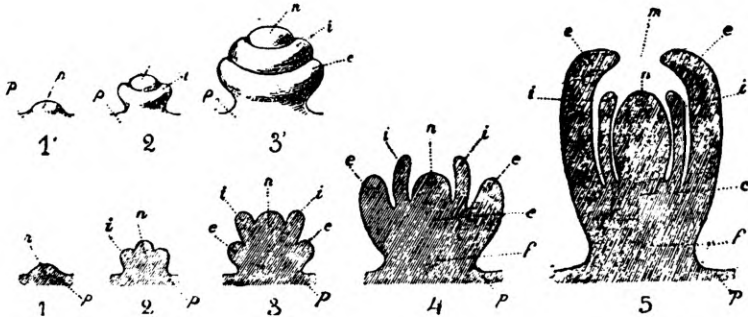


Рис. 235. Развитие прямой сѣмяпочки: 1—5 — послѣдовательныя стадіи развитія сѣмяпочки въ продольномъ разрѣзѣ, 1'—3' — наружный видъ сѣмяпочки въ соответствующихъ стадіяхъ развитія: *p* — плацента или сѣмяносецъ, *n* — ядро сѣмяпочки, *e* — наружный покровъ сѣмяпочки, *i* — внутренний ея покровъ, *f* — сѣмяножка, *c* — халаза, *m* — микропиле.

внутренняго покрова сѣмяпочки. Вскорѣ за этимъ валикомъ у основанія сѣмяпочки появляется второй валикъ паренхимной ткани (см. рис. 234, *E, ie*, 235, *e*),

также обрастающій и обгоняющій ростомъ своимъ сѣмяпочку и образующій второй внѣшній покровъ сѣмяпочки. Оба покрова сѣмяпочки обрастаютъ всю сѣмяпочку, кромѣ ея вершины, гдѣ между покровами остается небольшое отверстие, называемое **семявходомъ** или **микропиле** (см. рис. 233, *m*, 235, *m*). У основанія же сѣмяпочки ткань ея вытягивается, образуя такъ называемую **сѣмяножку** или **халазу** (см. рис. 234, *E*, 235, *f, c*). Готовая сѣмяпочка, какъ показываетъ схематичный рисунокъ (см. рис. 236), сидитъ, слѣдовательно, на сѣмяножкѣ или халазѣ (*f*) и одѣта двумя покровами, наружнымъ (*d*) и внутреннимъ (*c*), между которыми наверху сѣмяпочки имѣется проходъ или отверстие (*e*), называемое сѣмявходомъ или микропиле.

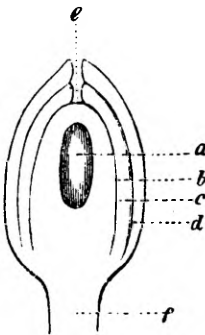


Рис. 236. Схематическое изображеніе прямой сѣмяпочки: *f* — сѣмяножка, *d* — наружный, *c* — внутренний покровъ, *b* — ядро сѣмяпочки, *a* — зародышевый мѣшокъ, *e* — микропиле или сѣмявходъ.

Подъ покровами сѣмяпочки располагается ядро или основа сѣмяпочки (*b*). Эта основа сѣмяпочки или ядро ея состоитъ изъ однообразной паренхимной ткани, часто запол-

ненной питательными веществами, и среди однообразныхъ клѣтокъ этой ткани выдѣляется одна очень крупная клѣтка (*a*), называемая зародышевымъ мѣшкомъ.

Таково происхождение и схематическое устройство сѣмяпочки, нерѣдко называемой женскимъ половымъ продуктомъ цвѣтковыхъ растений. Но это такъ же неправильно, какъ неправильно считать пыльцу цвѣтковыхъ растений мужскимъ половымъ продуктомъ. Ни сѣмяпочка, ни зародышевый мѣшокъ ея не есть еще женскій половой продуктъ. Изображенная схематично на рис. 236 сѣмяпочка называется **прямой** или **атропной сѣмяпочкой**. Нерѣдко встрѣчаются, однако, и **сѣмяпочки обратныя** или **анатропныя**, какъ изображена такая анатропная сѣмяпочка на схематическомъ рис. 237 (см. также рис. 233, *o*), гдѣ соотвѣтствующими буквами обозначены тѣ же части, что и у сѣмяпочки прямой на рис. 236.



Рис. 238. Схематическое изображение согнутой или полуобращенной сѣмяпочки: *f* — сѣмяножка, *d* — наружный, *c* — внутреннй покровъ, *b* — ядро сѣмяпочки, *a* — зародышевый мѣшокъ.

а само ядро сѣмяпочки, а вмѣстѣ съ нимъ и зародышевый мѣшокъ, а микропиле приходится такъ же рядомъ съ сѣмяножкой, какъ въ сѣмяпочкѣ анатропной. На нашемъ рис. 233 внутри завязи мы видимъ обратную или анатропную сѣмяпочку (*o*) съ сѣмяножкой (*n*), двумя покровами — наружнымъ (*p*) и внутреннимъ (*q*), и съ затушеваннымъ ядромъ

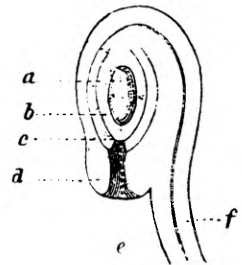


Рис. 237. Схематическое изображение обратной сѣмяпочки: *f* — сѣмяножка, *d* — наружный, *c* — внутреннй покровъ, *b* — ядро сѣмяпочки, *a* — зародышевый мѣшокъ, *e* — микропиле или сѣмявходъ.

такая сѣмяпочка, у которой ось ядра сѣмяпочки составляетъ прямое продолженіе сѣмяножки, и микропиле приходится наверху, на противоположномъ концѣ, чѣмъ сѣмяножка. Обратная или анатропная сѣмяпочка будетъ такая, у которой сѣмяножка сильно изогнута, такъ что микропиле приходится рядомъ съ сѣмяножкой, но ядро сѣмяпочки не изогнуто. Наконецъ, бываютъ **сѣмяпочки полуобращенныя** или **кампилотропныя** (см. рис. 238). У нихъ изогнута не сѣмяножка,

сѣмяпочки (*s*), среди котораго лежитъ большой зародышевый мѣшокъ, а микропиле или сѣмяпроводъ (*m*) этой сѣмяпочки обращенъ внизъ и приходится близь сѣмяножки (*n*). У многихъ растений сѣмяпочка имѣетъ два покрова, но нерѣдко

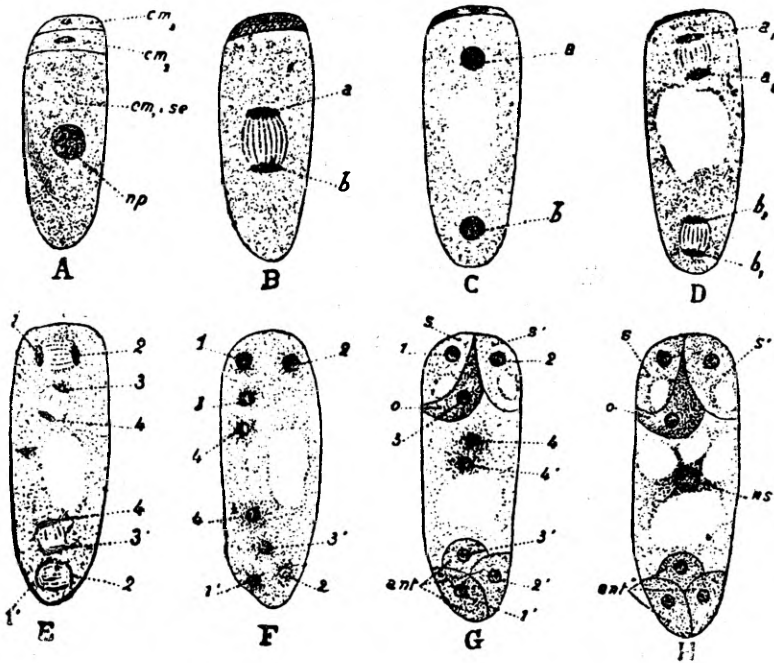


Рис. 239. Развитие зародышеваго мѣшка въ сѣмяпочкѣ *Ruta graveolens* (схематизировано). *A* — очень молодой зародышевый мѣшокъ съ ядромъ *np*. *B* — ядро зародышеваго мѣшка дѣлится на два дочернія ядра (*a* и *b*). *C* — зародышевый мѣшокъ съ двумя ядрами *a* и *b*. *D* — дѣленіе ядеръ *a* и *b*. *E* — дальнѣйшее дѣленіе ядеръ. *F* — въ зародышевомъ мѣшкѣ двѣ группы ядеръ, по четыре ядра въ каждой. *G* — изъ шести ядеръ образовались двѣ группы клѣтокъ, по три клѣтки въ каждой (*1, 2, 3* и *1', 2', 3'*); два ядра (*4* и *4'*) приближаются другъ къ другу. *H* — готовый къ оплодотворенію зародышевый мѣшокъ съ вторичнымъ ядромъ (*ns*), яйцеклѣткою (*o*), вспомогательными клѣтками или синергидами (*s, s'*) и антиподами (*ant*).

встрѣчаются и такія растенія, сѣмяпочки которыхъ имѣютъ одинъ всего покровъ.

Самой существенной частью сѣмяпочки является зародышевый мѣшокъ. При развитіи сѣмяпочки зародышевый мѣшокъ представляется въ видѣ сильно разрастающейся одной единственной крупной клѣтки съ плазматическимъ содержимымъ и ядромъ внутри (см. рис. 234, *m* и рис. 239, *A*). Обыкновенно крупная клѣтка эта является результатомъ по-

вторнаго дѣленія одной болѣе сильно разрастающейся клѣтки, причемъ, какъ сестринскія клѣтки (см. рис. 239, *A*, cm_2 , cm_3) зародышеваго мѣшка, такъ и близъ лежащія клѣтки ядра сѣмяпочки вытѣсняются сильно разрастающимся дальше зародышевымъ мѣшкомъ (cm_1-sc). На фиг. *A*, *B* и *C* рис. 239 видны остатки вытѣсненныхъ сестринскихъ клѣтокъ зародышеваго мѣшка (cm_2 , cm_3), и на фиг. *A* виденъ молодой зародышевый мѣшокъ, наполненный плазмой и съ ядромъ (*np*) посрединѣ. На фиг. *B* видна дальнѣйшая судьба ядра зародышеваго мѣшка. Ядро это дѣлится на два ядра путемъ каріокинеза, и дочернія ядра эти (*a* и *b*) расходятся теперь къ обоимъ концамъ или полюсамъ зародышеваго мѣшка, какъ видно на рис. *C*. вмѣстѣ съ тѣмъ въ плазмѣ зародышеваго мѣшка образуется вакуоль. Разошедшіяся къ полюсамъ дочернія ядра въ свою очередь дѣлятся близъ каждого полюса пополамъ (фиг. *D*) и еще разъ пополамъ (фиг. *E*), и въ результатѣ мы имѣемъ теперь среди плазмы зародышеваго мѣшка 8 свободныхъ ядеръ, 4 ядра на одномъ концѣ (фиг. *F*, 1, 2, 3, 4) и 4 ядра на другомъ концѣ зародышеваго мѣшка (фиг. *F*, 1', 2', 3', 4'). Послѣ такого дѣленія, по три ядра на каждомъ полюсѣ зародышеваго мѣшка окружаются цитоплазмой, и внутри зародышеваго мѣшка образуются путемъ такъ называемаго свободного образованія шесть голыхъ клѣтокъ, лежащихъ среди цитоплазмы зародышеваго мѣшка, по три клѣтки на каждомъ его концѣ. Два же оставшихся полярныхъ ядра 4 и 4' начинаютъ направляться другъ къ другу (фиг. *G*) и, наконецъ, сливаются другъ съ другомъ во **вторичное ядро зародышеваго мѣшка** (*ns* на фиг. *H*). Шестъ голыхъ клѣтокъ, образовавшихся на полюсахъ зародышеваго мѣшка, по три клѣтки на каждомъ полюсѣ, образуютъ: три клѣтки на полюсѣ, обращенномъ къ микропиле, такъ называемый **яйцевой аппаратъ** зародышеваго мѣшка, а три другихъ клѣтки на противоположномъ полюсѣ такъ называемые **антиподы** (*ant* на фиг. *G* и *H*). Яйцевой же аппаратъ зародышеваго мѣшка состоитъ изъ одной **яйцевой клѣтки** (*o* на фиг. *G* и *H*) и изъ двухъ такъ называемыхъ **синергидъ** или **вспомогательныхъ клѣтокъ** (*s* и *s'* на фиг. *G* и *H*), хотя, откровенно говоря, клѣтки эти ничему при оплодотвореніи не помогаютъ и названы были такъ лишь по недоразумѣнію. Въ самомъ зародышевомъ мѣшкѣ въ плазмѣ обра-

зается нѣсколько вакуоль, наполняющихся клѣточнымъ сокомъ, а посрединѣ плазмы лежитъ вторичное ядро (*ns* на фиг. *H*) зародышевого мѣшка, происшедшее изъ слиянія двухъ полярныхъ ядеръ. Въ такомъ видѣ зародышевый мѣшокъ сѣмяпочки окончательно готовъ къ воспріятію оплодотворенія, а оплодотворяемымъ въ немъ элементомъ, оплодотворяемой или женской клѣткой будетъ та яйцеклѣтка (*o*) яйцевого аппарата зародышевого мѣшка, которая лежитъ близъ микропиле среди двухъ синергидъ. Эта то яйцеклѣтка (*o* на фиг. *G* и *H*) и соотвѣтствуетъ оосферѣ водорослей и яйцу архегоніи мховъ и папоротниковъ, какъ морфологически, такъ и физиологически. Итакъ, яйцеклѣтка или женская половая клѣтка цвѣтковыхъ растений лежитъ среди яйцевого аппарата въ зародышевомъ мѣшкѣ. Зародышевый мѣшокъ лежитъ среди паренхимныхъ клѣтокъ ядра сѣмяпочки. Ядро сѣмяпочки окружено однимъ или двумя покровами, а вся сѣмяпочка цѣликомъ помѣщается въ завязи пестика, образованной срастаніемъ одного или нѣсколькихъ плодолистиковъ. Пестикъ же помѣщается въ самомъ центрѣ цвѣтка и окруженъ тычинками, вѣнчикомъ и чашечкой цвѣтка (ср. рис. 232 и 233). Вотъ какъ глубоко и сложно запрятана яйцеклѣтка или женская половая клѣтка у цвѣтковыхъ растений; совсѣмъ какъ въ сказкѣ о Кашеѣ безсмертномъ, у котораго на дубу стоялъ сундукъ, а въ сундукѣ былъ заяцъ, а изъ зайца вылетѣла утка, а утка снесла яйцо, а яйцо то разбилось, и въ яйцѣ этомъ оказалась магическая иголка Кашея безсмертнаго

Какимъ же образомъ происходитъ оплодотвореніе у цвѣтковыхъ растений? А происходитъ это слѣдующимъ образомъ. Пыльца тычинокъ переносится вѣтромъ или насѣкомыми на рыльце пестика, причемъ обыкновенно это перенесеніе пыльцы или **опыленіе** цвѣтка происходитъ перекрестно, несмотря на то, что большинство цвѣтовъ высшихъ растений имѣютъ и тычинки, и пестики въ одномъ и томъ же цвѣткѣ. Но обыкновенно пыльца тычинокъ одного цвѣтка попадаетъ на рыльце пестика другого сосѣдняго цвѣтка того же растенія, но не на рыльце своего же цвѣтка. Попадъ на рыльце пестика, пыльца прорастаетъ на немъ такъ же, какъ на рыхлой ткани арбузной корки, въ пыльцевую трубочку, и

пыльцевая трубочка эта начинаетъ вѣдраться, вращать среди паренхимныхъ рыхлыхъ клѣтокъ рыльца, какъ хорошо это видно на рис. 240.

Изъ ткани рыльца пыльцевая трубочка, разрастаясь все дальше и дальше, проникаетъ въ ткань столбика пестика, а затѣмъ вдоль по такъ называемой проводящей ткани, б. ч. довольно рыхлой, пыльцевая трубочка растетъ по внутренней поверхности завязи, пока не дорастетъ до сѣмявхода сѣмяпочки. На рис. 233 при буквахъ *i* видно начало прорастанія пыльцевой трубочки на рыльцѣ пестика, а буквой *l* обозначена длинная проросшая пыльцевая трубочка, прошедшая черезъ ткань рыльца и столбика во внутренность завязи и отсюда проникнувшая въ микропиле (*m*) сѣмяпочки. Такъ какъ на рисункѣ этомъ сѣмяпочка обратная, то мы видимъ, что въ нижнемъ концѣ зародышеваго мѣшка этой сѣмяпочки, близъ микропиле, помѣщается яйцевой аппаратъ, состоящій изъ яйцеклѣтки (*z*) и двухъ синергидъ (*v*), а на противоположномъ верхнемъ концѣ зародышеваго мѣшка помѣщаются три антиподы (близъ буквы *u*); зародышевый мѣшокъ заполненъ зернистой плазмой, посрединѣ его находится вторичное ядро съ ядрышкомъ, а въ плазмѣ зародышеваго мѣшка мы видимъ три вакуоли, заполненныя клѣточнымъ сокомъ, изъ которыхъ верхняя вакуоль обозначена буквой *t*.

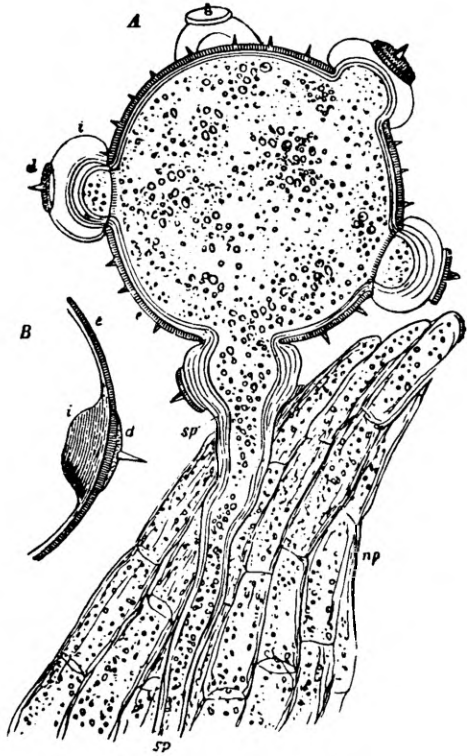


Рис. 240. А — прорастаніе пыльцы тыквы на рыльцѣ (*np*) того-же растенія. Наружная оболочка имѣетъ нѣсколько отверстій, прикрытыхъ крышечками. Внутренняя оболочка (интина) выходитъ черезъ одно изъ отверстій въ видѣ длинной пыльцевой трубочки. В — часть оболочки: *i* — интина, *e* — экзина, *d* — крышечка.

Когда пыльцевая трубочка дорастетъ до микропиле сѣмяпочки и черезъ микропиле это проникнетъ до яйцевого аппарата зародышевого мѣшка, тогда только происходитъ важнѣйшій актъ, актъ **оплодотворенія**. Къ этому времени, какъ мы уже знаемъ, въ передній или нижній конецъ пыльцевой трубочки перекачываются изъ пыльцы и вегетативное ядро, и образовавшіяся дѣленіемъ двѣ голыхъ генеративныхъ клѣтки. Оболочка пыльцевой трубочки на концѣ своемъ, прикасающемся къ оболочкѣ зародышевого мѣшка, резорбируется, резорбируется также въ этомъ мѣстѣ и оболочка зародышевого мѣшка, и черезъ образовавшееся сквозное отверстіе генеративныя клѣтки выскальзываются изъ пыльцевой трубочки и проникаютъ въ зародышевый мѣшокъ. Одна изъ генеративныхъ клѣтокъ сливается теперь съ яйцеклѣткой яйцевого аппарата, другая же генеративная клѣтка проникаетъ далѣе вглубь зародышевого мѣшка и сливается съ вторичнымъ ядромъ зародышевого мѣшка или съ обоими полярными ядрами, если они не успѣли еще образовать вторичнаго ядра зародышевого мѣшка (см. рис. 232).

Происходитъ явленіе такъ называемаго **двойного оплодотворенія**, открытое сравнительно недавно русскимъ ученымъ Навашинымъ и французскимъ ученымъ Гиньяромъ. Въ этомъ и состоитъ актъ оплодотворенія у цвѣтковыхъ растений, но акту оплодотворенія предшествуетъ здѣсь еще актъ опыленія, который не надо смѣшивать съ оплодотвореніемъ, но который ему предшествуетъ и состоитъ въ томъ, что пыльца изъ пыльника тычинки переносится на рыльце пестика.

Насколько сложенъ актъ оплодотворенія у цвѣтковыхъ растений, настолько же сложны здѣсь и послѣдующія явленія, разыгрывающіяся вслѣдъ за оплодотвореніемъ. Послѣ оплодотворенія синергиды и антиподы зародышевого мѣшка погибаютъ, растворяются въ плазмѣ зародышевого мѣшка, а оплодотворенная яйцеклѣтка окружается тонкой целлюлёзной оболочкой (см. рис. 241, 1, *w*). Затѣмъ оплодотворенная и окружившаяся оболочкой яйцеклѣтка приступаетъ къ дѣленіямъ; дѣленія эти происходятъ математически правильно, и въ результатъ получается зародышъ будущаго растенія, все болѣе и болѣе развивающійся (см. рис. 241, 2, 3, 4, *E* и рис. 242, *E*). Оплодотворенная яйцеклѣтка дѣлится первоначально горизонтальной перегородкой на двѣ клѣтки — верхнюю *S*

и нижнюю *E* (на фиг. 2, рис. 241). Изъ клѣтки *S*, путемъ дальнѣйшаго ея дѣленія, образуется такъ называемый **подвѣсокъ** или **суспензоръ**, при помощи котораго зародышъ прикрѣпляется къ внутренней стѣнкѣ зародышеваго мѣшка; а изъ клѣтки *E*, путемъ дальнѣйшаго математически правильного дѣленія образуется самъ зародышъ, который на болѣе высокой ступени развитія состоитъ изъ корешка, верхушкой своей обращеннаго къ подвѣску, изъ первыхъ листь-

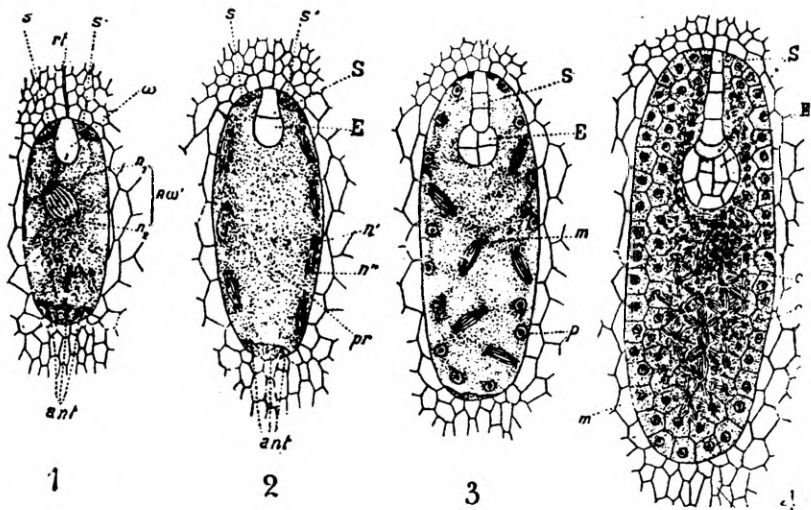


Рис. 241. Развитие зародыша и эндосперма въ зародышевомъ мѣшкѣ (схема). 1 — ядро зародышеваго мѣшка (*nw'*) дѣлится на два ядра (*n₁* и *n₂*). 2 — дальнѣйшія послѣдовательныя дѣленія ядеръ; яйцеклѣтка раздѣлилась на двѣ клѣтки *S* и *E*. 3 — изъ клѣтки *S* образуется подвѣсокъ, а изъ *E* зародышъ; въ полости зародышеваго мѣшка продолжаютъ дѣленія ядеръ. 4 — зародышевый мѣшокъ почти выполненъ клѣтками, образовавшимися путемъ возникновенія перегородокъ между ядрами. *ω* — яйцеклѣтка, *rt* — остатокъ пыльцевой трубочки, *pr* — протоплазма зародышеваго мѣшка, *m* — дѣлящіяся ядра.

евъ или сѣмядолей (*cd* на рис. 242) и изъ почки или верхушки зачаточнаго стебелька, расположенной между сѣмядолями. Въ то время, какъ изъ оплодотворенной яйцеклѣтки образуется зародышъ будущаго растенія, оплодотворенное вторичное ядро зародышеваго мѣшка тоже приступаетъ къ дѣленію (см. рис. 241, 1, *nw'*), и изъ него, путемъ каріокINETического дѣленія, образуются сначала два ядра (*n₁*, *n₂*); они дѣлятся въ свою очередь дальше, и это дѣленіе ядеръ внутри плазмы зародышеваго мѣшка быстро идетъ впередъ,

пока вся стѣнокположная плазма зародышевого мѣшка не заполнится огромнымъ количествомъ все далѣе и далѣе дѣлящихся ядеръ (см. рис. 241, фиг. 2 и 3). Когда наконецъ плазма зародышевого мѣшка заполнится большимъ количествомъ ядеръ, тогда между ядрами этими въ плазмѣ появляются поперечныя перегородки (см. рис. 241, фиг. 4 и рис. 242), и весь зародышевый мѣшокъ сразу раздѣляется на

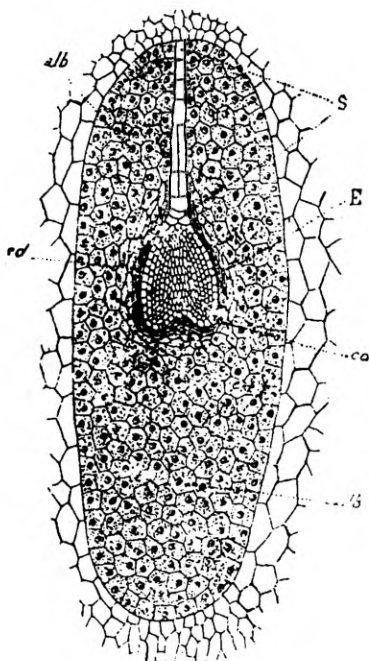


Рис. 242. Зародышевый мѣшокъ съ эндоспермомъ (*alb*) и зародышемъ (*E*) съ подвѣскомъ (*S*) (схема позднѣйшей стадіи развитія, являющейся продолженіемъ стадій, изображенныхъ на рис. 241).

массу паренхимныхъ клѣтокъ, выполняющихъ всю полость зародышевого мѣшка, еще свободную отъ разрастающагося въ мѣшкѣ этомъ самого зародыша. Это явленіе называется **многообразованіемъ клѣтокъ**, и рис. 243 показываетъ въ увеличенномъ видѣ часть протоплазматического стѣнокположнаго слоя изъ зародышевого мѣшка резеды (*Reseda odorata*) при начинающемся еще многообразованіи клѣтокъ, которое идетъ здѣсь поступательно снизу вверхъ. Нижнія клѣтки уже образовались окончательно, верхнія же клѣтки только еще намѣчены, и въ нихъ видны каріокINETИЧЕСкія фигуры дѣленія ядеръ. Ткань, образующаяся въ зародышевомъ мѣшкѣ путемъ только что описаннаго многообразованія клѣтокъ, обильно наполняется различными питательными веществами, крахмаломъ, масломъ,

алейроновыми зернами, и образуетъ запасную питательную ткань, называемую **эндоспермомъ**. На счетъ этой питательной ткани развивается далѣе зародышъ будущаго растенія. Иногда, послѣ оплодотворенія, и паренхимная ткань ядра сѣмяпочки обильно заполняется питательными веществами, и тогда въ развивающейся сѣмяпочкѣ образуется не только эндоспермъ, но и такъ называемый **периспермъ**. Приложенный рисунокъ (см. рис. 244) представляетъ разрѣзъ готоваго

лода и сѣмени чернаго перца (*Piper nigrum*), у котораго виденъ маленькій зародышъ, окруженный небольшимъ эндоспермомъ, происшедшимъ изъ заполнившей зародышевый мѣшокъ паренхимной ткани, и большимъ периспермомъ, происшедшимъ отъ дальнѣйшаго разрастанія ядра сѣмяпочки и заполнения паренхимныхъ клѣтокъ его питательными веществами.

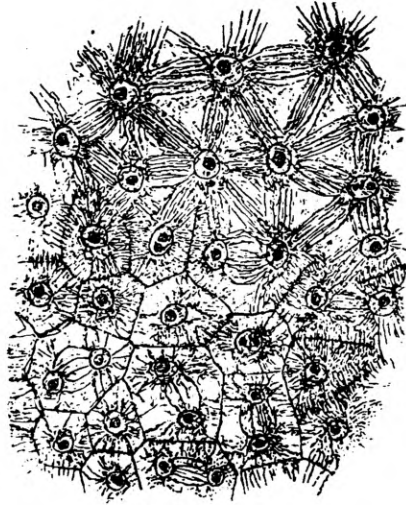


Рис. 243. Образованіе эндосперма путемъ свободнаго образованія клѣтокъ внутри зародышеваго мѣшка резеды (*Reseda odorata*).

Слѣдствіемъ двойного оплодотворенія у цвѣтковыхъ растеній является не только образованіе зародыша изъ оплодотворенной яйцеклѣтки и эндоспермной и периспермной ткани внутри и вокруг зародышеваго мѣшка. Слѣдствіемъ оплодотворенія у цвѣт-

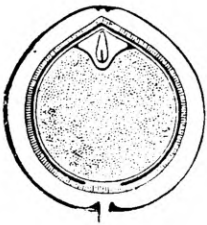


Рис. 244. Плодь и сѣмя перца (*Piper nigrum*) въ продольномъ разрѣзѣ ($\frac{3}{4}$). Периспермъ обозначенъ пунктиромъ. Эндоспермъ оставленъ бѣлымъ, и въ немъ лежитъ небольшой зародышъ съ двумя сѣмядолями.

ковыхъ растеній является дальнѣйшее развитіе сѣмяпочки въ готовое сѣмя, а завязи пестика въ плодь. Готовое сѣмя одѣто обыкновенно одной или двумя кожурями. Кожуры эти происходятъ изъ наружнаго и внутренняго покрововъ сѣмяпочки. Что касается эндосперма и перисперма, то у однихъ растеній эти ткани поглощаются зародышемъ еще во время развитія сѣмени, и тогда готовое сѣмя состоитъ изъ одного лишь крупнаго сильно развитога зародыша. Такія сѣмена назы-



Рис. 245. Сѣмя свеклы (*Beta vulgaris*) съ внутреннимъ бѣлкомъ или эндоспермомъ (e): с — сѣмядоли зародыша, r — его корешокъ.

ваются **безбѣлковыми** или **безъэндоспермовыми**. У другихъ сѣмянъ начинающій развиваться зародышъ не успѣ-

ваеть поглотить и вытѣснить питательныя ткани, первоначально его окружавшія. Въ такихъ готовыхъ сѣменахъ мы видимъ сохранившимися либо эндоспермовую, либо периспермовую ткань, либо обѣ вмѣстѣ. Первая ткань иначе называется еще внутреннимъ бѣлкомъ, а вторая наружнымъ бѣлкомъ, и сѣмена, у которыхъ сохранились эти ткани, заполненные питательными веществами, называются бѣлковыми сѣменами. У нихъ зародышъ обыкновенно маленькій и, либо окруженъ со всѣхъ сторонъ бѣлковой тканью (см. рис. 244), либо самъ окружаетъ бѣлковую (эндоспермовую) ткань эту б. и. м. со всѣхъ сторонъ (см. рис. 245).

Таковы сложные процессы опыленія и оплодотворенія у высшихъ цвѣтковыхъ растений. Въ результатѣ этихъ процессовъ являются сѣмена цвѣтковыхъ растений, при помощи которыхъ растенія распространяются по земному шару и при помощи которыхъ они могутъ переносить неблагоприятныя условія существованія и переходить въ б. и. м. продолжительную стадію покоя или такъ называемой **скрытой жизни** (*vie latente*).