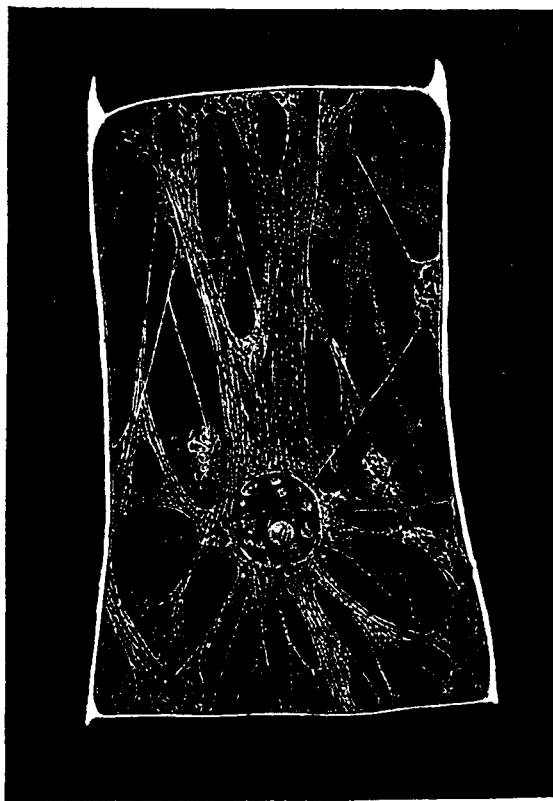


Проф. Н. И. Кузнецовъ.

Основы Ботаники.

Томъ первый.



Юрьевъ. 1915.

Типографія К. Маттисена.

4 X A - 10680

Проф. Н. И. Кузнецовъ.

Введение

въ

Систематику Цвѣтковыхъ Растеній.

По лекціямъ, читаннымъ въ Императорскомъ Юрьевскомъ Университетѣ. Пособіе для слушателей и слушательницъ высшихъ учебныхъ заведеній и для самообразованія.

Съ 610 рисунками въ текстѣ.

Содержаніе книги: Лекціи: 1. Основы естественной системы растительнаго царства. 2. Переходъ отъ тайнобрачныхъ къ явнобрачнымъ: женское половое поколѣніе. 3. Мужское половое поколѣніе. 4. Безполое поколѣніе. 5. Филогенетическое родство и происхожденіе важѣйшихъ группъ архегоніатныхъ и покрытосѣменныхъ растений. 6. Основные принципы филогеніи покрытосѣменныхъ растений и связь ихъ съ растениями голосѣменными. 7. Казуарины — *Casuarinaceae*. 8. Эфедра, вельвичія и гнетумъ — *Gnetales*. 9. Перечноцвѣтныя — *Piperales*. 10. Ивоцвѣтныя — *Salicales*. 11. Болотная мирта, грецкій орѣхъ и родственные имъ типы — *Myricales*, *Juglandales*, *Jukaniales* и *Balanopsidales*. 12. Букоцвѣтныя — *Fagales*. 13. Кропивоцвѣтныя — *Urticales*. 14. Гречишноцвѣтныя — *Polygonales*. 15. Лебеда, гвоздика и родственные имъ типы — *Centrospermae*. 16. Филогенетическая связь простѣйшихъ покрытосѣменныхъ растений (*Monochlamydeae*) съ голосѣменными и постепенная эволюція среди *Monochlamydeae*. 17. Теорія Веттштейна происхожденія цвѣтка покрытосѣменныхъ или антофитныхъ растений. 18. Многоплодниковыя — *Polycarpiceae*. 19. Анопоцвѣтныя — *Anonales*. 20. Лютикоцвѣтныя — *Ranales*. 21. Макоцвѣтныя — *Rhocadales*. 22. Беннеттитовыя — *Bennettitales*, простѣйшія ископаемыя голосѣменные. 23. Теорія Арбера и Паркина происхожденія цвѣтка покрытосѣменныхъ или антофитныхъ растений. 24. Однодольныя — *Monocotyledoneae*. 25. Сростнолепестныя двудольныя — *Sympetalae* или *Metachlamydeae*. 26. Свободнолепестныя двудольныя — *Dialypetalae*. 27. Основные принципы новой филогенетической системы цвѣтковыхъ растений.

Цѣна 5 рублей 40 коп.

Продается въ книжныхъ магазинахъ: М. Миллиетфера въ Юрьевѣ Лифл. по Русской улицѣ д. № 15 (складъ изданія), Кимеля — въ Ригѣ, А. С. Суворина „Новаго Времени“ въ Петроградѣ и Москвѣ, Н. Я. Оглоблина въ Петроградѣ и Киевѣ, К. Л. Риккера въ Петроградѣ, „Наука“ и „Агрономъ“ въ Москвѣ, В. А. Просьяниченко въ Киевѣ, Л. Зайфманъ въ Ново-Александріи, І. Г. Крюгера въ Юрьевѣ Лифл., и въ другихъ крупныхъ книжныхъ магазинахъ.

30-5
520

7, Rainald
Dr. Mattheson
H. B.

Основы Ботаники.

По лекціямъ, читаннымъ въ Императорскомъ Юрьевскомъ Университетѣ.

Н. И. Кузнецова,

Профессора Императорскаго Юрьевскаго Университета и
Члена - Корреспондента Императорской Академіи Наукъ.

Изданіе второе.

Томъ I-й.

Съ 245 рисунками въ текстѣ.

Цѣна 1 руб. 80 коп.

193 897



Юрьевъ.

Типографія К. Маттисена.

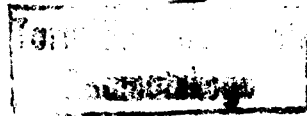
1915.

914

Оглавление I-го тома.

	Стр.
Введение	1
Лекція первая. Задачи ботаники.	3
Часть первая. Основные понятия из области морфологии растений	11
Лекція вторая. Наружное строение растения. Основные понятия. Левкой	13
Лекція третья. Некоторые примѣры строения цвѣтковыхъ растений. .	27
Лекція четвертая. Законы наружнаго строения цвѣтка высшихъ растений	49
Лекція пятая. Ученіе о цвѣткѣ, какъ метаморфозированномъ листосте- бельномъ 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 включения 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-волокнистыя или проводящія пучки .	230
Лекція восемнадцатая. Процессъ оплодотворенія у водорослей, мховъ и папоротникообразныхъ	243
Лекція девятнадцатая. Процессъ оплодотворенія у высшихъ цвѣтко- выхъ растений	256

4 X A



11183

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 спеціального курса систематики
растений.

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

Съ 88-ю рисунками въ текстѣ.

Юрьевъ.

Типографія К. Маттисена.

1914.

Продается въ книжномъ магазинѣ І. Г. Крюгера въ Юрьевѣ Лифл. по
Рыцарской улицѣ (складъ изданій) 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 растеніяхъ. Растенія можно изучать съ различныхъ точекъ зрѣнія. Можно изслѣдовать наружное строеніе растеній, и такое изученіе составляетъ особую отрасль ботаники, называемую **морфологіей**. Можно заняться изслѣдованіемъ внутренняго строенія растеній, и это составитъ предметъ другой ботанической дисциплины, именуемой **анатоміей растеній**. Изученіе жизненныхъ процессовъ растительныхъ организмовъ составляетъ предметъ третьей ботанической дисциплины — **физиологіи растеній**. Наконецъ, обзоръ всѣхъ растеній, нынѣ населяющихъ земной шаръ, и группировка ихъ въ семейства, порядки, классы и др. таксономическія единицы составляетъ предметъ четвертой крупной ботанической дисциплины — **систематики растеній**. Перечисленные 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 спеціальности въ области ботаники. Одна спеціальность занимается анатоміей и физиологіей растеній, другая — морфологіей и систематикой.

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

географія растений. Образовались специалисты, посвятившіе себя изученію ископаемыхъ растительныхъ остатковъ и основавшие 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 физиологической точки зрѣнія, то, съ другой стороны, встрѣчаются и такія явленія анатомическаго устройства растений, которыя не объяснимы приспособленіями къ внѣшней средѣ и къ физиологическимъ 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 физиологіи растений.

Горделивая отрасль ботаники — физиологія, 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 физиолога растений безвозвратно прошло то время, когда ботаникъ-физиологъ могъ съ гордой самоувѣренностью говорить: „я не умѣю отличить розу отъ кропивы!“. Этими словами сравнительно еще не такъ давно хвастались чистые физиологи, пренебрежительно смотрѣвшіе на морфологовъ и систематиковъ, и, изучая законы растительной жизни, они твердо были увѣрены, что физиологическіе процессы протекаютъ совершенно однообразно и въ розѣ, и въ кропивѣ, а потому имъ, физиологамъ, изучая различныя явленія жизни въ растеніяхъ, рѣшительно не нужно знать, въ какомъ именно растеніи то или иное явленіе происходитъ. Самое большее, что требовали отъ себя чистые физиологи — 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 физиологовъ къ своимъ задачамъ привело къ одному изъ печальныхъ явленій въ наукѣ; оно привело къ тому, что ботаникъ-физиологъ 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-физиологи не считали учеными тѣхъ ботаниковъ, которые изучали систематику и географію растений, и, занявши первенствующее положеніе, именно себя мнили настоящими учеными. Правда, физиологи чистой воды открыли намъ много основныхъ законовъ растительной жизни; но всѣ тайны жизни и развитія растительнаго царства открыть они однако не смогли. Современная физиологія, къ счастью, уже выходитъ изъ своего блестящаго уединенія. Современная физиологія растений уже сознаетъ, что физиологическіе процессы въ деталяхъ своихъ разнo протекаютъ подъ тропиками и въ арктической тундрѣ, разнo происходятъ процессы эти и въ различныхъ группахъ растительнаго царства. И если современному физиологу 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 функцій 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 амѣбы 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 пытливому 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 познание законовъ строенія, жизни и главнымъ образомъ развитія растеній и всего растительнаго царства. Послѣдняя, самая заманчивая и самая обширная задача — задача познания 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 неизбѣжно 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, напримѣръ, на физическую географію, климатологію, историческую геологію, почвовѣдѣніе. . .

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 раціональное 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 физиологіи, и дополняя, гдѣ это понадобится, данными растительной географіи, палеонтологіи и систематики.

Систематика же растеній сама по себѣ, какъ таковая, можетъ быть изучена вполне научно лишь впоследствии, 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 растеній.

Лекція вторая.

Наружное строение растения. Основные понятия. 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, лишай, 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.

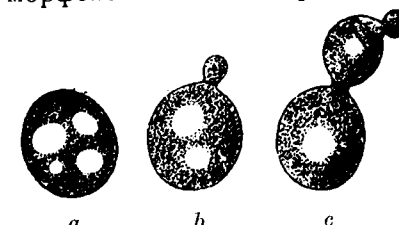


Рис. 2. Низшія растительный организмъ — дрожжи, состоящій изъ одной всего клѣтки (а) или изъ ряда клѣтокъ (b, c), получившихся путемъ почкованія.

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-

вящейся (см. рис. 3) или вѣтвящейся (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 растеніямъ, ибо тѣло ихъ состоитъ изъ корня, стебля и листьевъ (см. рис. 6), причемъ у болѣе примитивныхъ папоротникообразныхъ листья бесплодныя 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 бесплодныя, 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, *m*) и **макроспоры** (болѣе крупныя, женскія споры — см. рис. 7, *M*), у другихъ высшихъ папоротникообразныхъ споролистиковъ не только отличаются по формѣ и строенію своему отъ без-

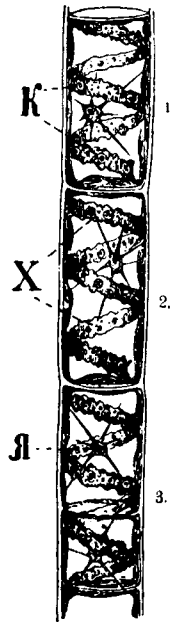


Рис. 3. Невѣтвящаяся зеленая нитчатая водоросль — спирогира (*Spirogyra*), состоящая изъ одного ряда клѣтокъ.

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

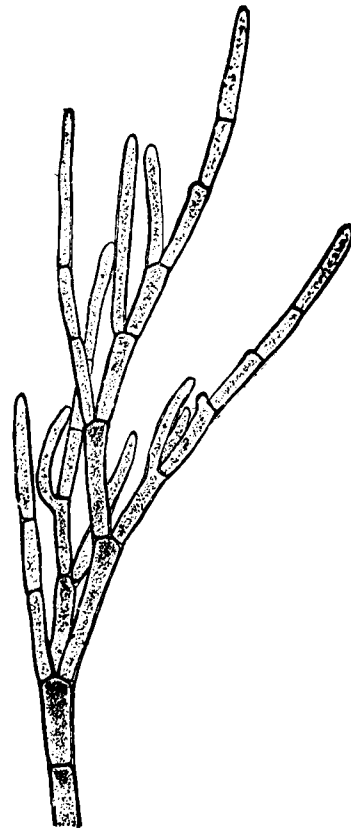


Рис. 4. Вѣтвящаяся зеленая нитчатая водоросль *Cladophora glomerata* (увелич. въ 48 разъ), состоящая изъ ряда клѣтокъ.

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 цвѣтковые 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 растение съ корнями, стеблемъ и листьями; фиг. 2—6 — болѣе подробные анализы этого растения.

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 явнобрачнымъ или цвѣтковымъ растеніямъ относятъ обыкновенно такъ называемыя голосѣменные растенія (хвойныя, саговниковыя и др.) и однодольныя и двудольныя по-

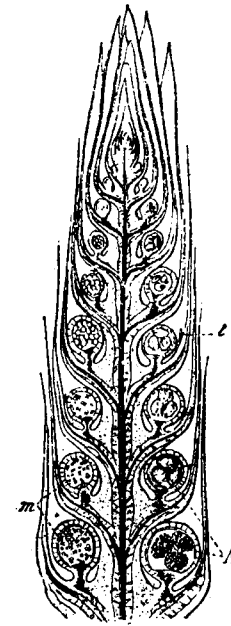


Рис. 7. Колосокъ разноспоровыхъ плауновыхъ — *Selaginella*: онъ состоитъ изъ макроспоролистиковъ съ макроспорангіями и макроспорами (*M*) и микроспоролистиковъ съ микроспорангіями и микроспорами (*m*).



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



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

крытосѣменные растенія, у которыхъ сѣмена развиваются въ особыхъ морфологическихъ образованіяхъ — **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 впоследствии, 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 разобратъ въ этихъ важныхъ понятіяхъ общей ботаники мы будемъ въ состояніи лишь современемъ, когда познакомимся 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 *raison 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 растеній наибольшимъ морфологическимъ расчлененіемъ отличаются высшія цвѣтковыя покрытосѣменные растенія, то знакомство съ основами морфологическаго строенія растенія мы начнемъ съ этихъ высшихъ цвѣтковыхъ растеній 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 замѣтитъ, правильными и 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 растенія, то оказывается, что вся система вѣтвленія корней имѣетъ опредѣленный закономерный характеръ.

Стебель левкой прямостоячій и б. ч. невѣтвящійся или слабо вѣтвящійся. Лишь ко времени цвѣтенія на верхушкѣ главнаго стебля левкой, соотвѣтствующаго 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 вѣтвленія. Но что рѣзко отличаетъ стебель левкой отъ его корня, это присутствіе на немъ цѣлой системы боковыхъ органовъ — листьевъ, имѣющихъ, въ противоположность боковымъ корнямъ

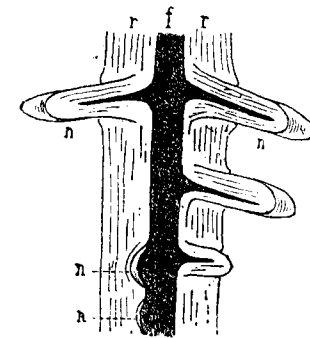


Рис. 10. Продольный разрѣзъ черезъ главный корень цвѣтковаго растенія, на которомъ ясно видно, что боковые корни 2-го порядка (*n, n*) сидятъ на главномъ корнѣ правильными вертикальными рядами; *f* — центральная часть главнаго корня, *r* — кора корня, *h* — корневой чехликъ. Слабо увеличено.

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**, состояніе 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 растенія 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 левкоя 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.,

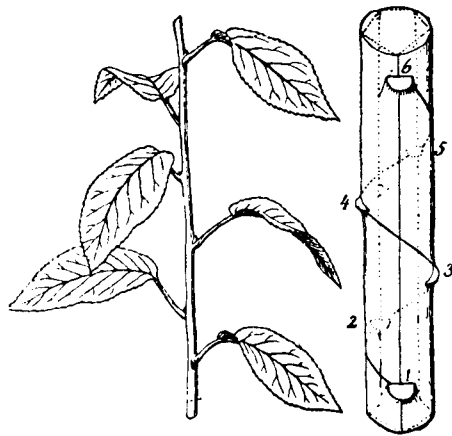


Рис. 11. Спиральное расположеніе листьевъ на стеблѣ черемухи по формулѣ $\frac{2}{5}$.

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 левкоя, 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 левкоя 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 левкоя такихъ листьевъ окажется обыкновенно 5, гдѣ бы мы ни начали нашу спираль, а число оборотовъ спирали — 2, слѣдовательно, листорасположеніе левкоя выразится дробью $\frac{2}{5}$. У разныхъ растений листорас-

положеніе выражается различной дробью, но всегда оно можетъ быть подведено подъ этотъ математическій законъ, причемъ наиболѣе часто встрѣчающіяся у разныхъ растений листорасположенія выражаются слѣдующими дробями:

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

Мы видѣли уже выше, что главный стебель левкоя, въ противоположность главному корню, сначала не вѣтвится, что вѣтвленіе стебля левкоя начинается лишь наверху, ко времени цвѣтенія, и вѣтвленіе это на первый взглядъ не имѣетъ опредѣленнаго порядка. Но взглянемъ ближе въ листовые слѣды нижней части стебля левкоя. Въ углу между главнымъ стеблемъ и листовымъ слѣдомъ, въ такъ называемой **пазухѣ листа**, мы у каждого листового слѣда замѣтимъ

маленькую почечку. Въ пазухахъ среднихъ листьевъ почечки эти развиваютъ 3—4 маленькихъ листочка, изъ пазухъ верхнихъ листьевъ выходятъ вѣтви 2-го порядка, а почечки, расположенныя въ пазухахъ нижнихъ листьевъ, обыкновенно совсѣмъ не развиваются. Мы не найдемъ ни вѣтвей 2-го порядка, ни зачаточныхъ почечекъ внѣ пазухъ листьевъ, и, съ другой стороны, каждая пазуха листа имѣетъ хотя бы зачаточную почечку, которая можетъ развиваться въ вѣтвь 2-го порядка. А такъ какъ листья на стеблѣ, какъ мы только что видѣли, сидятъ далеко не беспорядочно, а по извѣстному листорасположенію, въ данномъ случаѣ у левкоя по формулѣ $\frac{2}{5}$, то, слѣдовательно, и вѣтвленіе стебля левкоя подчинено *in potentia* тому же основному закону. Только не всѣ заложенныя почечки вѣтвей 2-го порядка на самомъ дѣлѣ развиваются, почему на первый взглядъ вѣтвленіе и кажется беспорядочнымъ.

Листъ левкоя удлинненно-овальной формы, тупой на концѣ, цѣльнокрайній и къ основанію суженный. Широкая часть его называется **пластинкой листа**. У левкоя пластинка листа постепенно суживается въ короткій **черешокъ**, а верхніе листья левкоя совсѣмъ лишены этой суженной части; они прикрѣпляются къ узлу стебля прямо болѣе узкой частью пластинки, и тогда такіе листья называются **сидячими**, въ про-

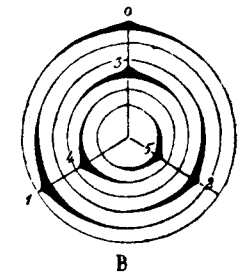


Рис. 12. Диаграмма спирального листорасположенія по формулѣ $\frac{1}{3}$.

твояположность 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 такъ называемый **листовой срединный нервъ** (или **сосудисто-волоконистый 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.



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

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 диаграммой цвѣтка. Сначала на торѣ сидитъ наружный органъ цвѣтка, такъ называемая **чашечка** (см. рис. 14,

фиг. 1). Чашечка левкоя 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 левкоя 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 левкоя, 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 многожды и образующій здѣсь, какъ въ пластинкѣ листа, сложную сѣтчатую нерватуру. Чашечка и вѣнчикъ образуютъ **двойной покровъ цвѣтка** левкоя, 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 левкоя, то внутренніе органы цвѣтка левкоя, тычинки и пестикъ, на первый взглядъ, съ листьями ничего общаго не имѣютъ. **Тычинокъ** у левкоя шесть (см. рис. 14, фиг. 2), и онѣ образуютъ **андроцей** цвѣтка; это мужскіе органы размноженія левкоя. Каждая тычинка состоитъ изъ удлинненной зеленоватой части, называемой **нитью** (см. рис. 15, а), и верхушечной части свѣтложелтоватаго цвѣта — **пыльника** (б). Незрѣлый пыльникъ со-

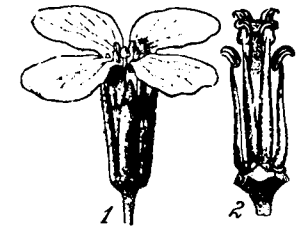


Рис. 14. 1 — Цвѣтокъ левкоя; 2 — андроцей и гинецей левкоя.

стоитъ изъ 4-хъ длинныхъ мѣшковъ — **пыльцевыхъ гнѣздъ**, которыя ко времени созрѣванія попарно сливаются и образуютъ два **пыльцевыхъ мѣшка**, растрескивающихъ продольными щелями и высыпавшихъ 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

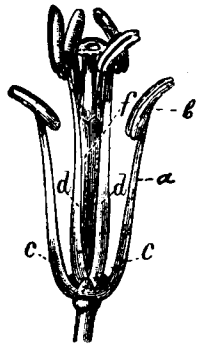


Рис. 15. Тычинки и пестикъ крестоцвѣтныхъ растений (наприм., левкоя, горчицы и др.): *c* — короткія, *d* — длинныя тычинки, *f* — пестикъ; *a* — нить, *b* — пыльникъ тычинки.

первыхъ двухъ короткихъ тычинокъ, попарно, каждая пара противъ двухъ наружныхъ чашелистиковъ.

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 двулопаднаго 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 **плодъ**, а оплодотворенныя сѣмяпочки даютъ зрѣлыя **сѣмена**. Чашелистики, лепестки и тычинки при этомъ опадаютъ, а развивающаяся завязь пестика даетъ плодъ — **стручекъ** (см. рис. 16), двугнѣздный, съ продольной ложной перегородкой и многими сѣменами въ каждомъ гнѣздѣ. Стручекъ послѣ созрѣванія разверзается снизу вверхъ двумя створками (см.

рис. 16, *b*), и зрѣлыя сѣмена высыпаются наружу. Изъ сѣмянъ вырастаютъ новые экземпляры левкоя. Таково строеніе и назначеніе цвѣтка левкоя. Строеніе это можно изобразить слѣдующей **формулою**:

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

гдѣ буква *K* 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 *C* обозначаетъ **вѣнчикъ** (*corolla*), состоящій изъ четырехъ лепестковъ, расположенныхъ однимъ кругомъ; буква *A* обозначаетъ **андроцей** (*androecium*), состоящій изъ двухъ тычинокъ наружнаго круга и четырехъ — внутренняго круга, а буква *G* означаетъ **гинецей** (*gynaecium*), образованный двумя сросшимися между собою плодолистиками, что обозначено скобками вокругъ цифры 2.

Планъ или **діаграмму** цвѣтка левкоя, иначе говоря, горизонтальную



Рис. 17. **Діаграмма** цвѣтка левкоя.

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 левкоя 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 левкоя въ поперечномъ разрѣзѣ двугнѣздная. Она собственно ложно-двугнѣздная, такъ какъ поперечная перегородка завязи ложная.

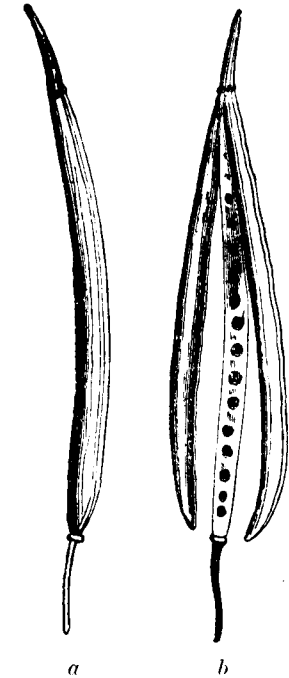


Рис. 16. Стручекъ левкоя до (*a*) и послѣ (*b*) раскрыванія.

Мы видѣли выше, что расположеніе боковыхъ корней на главномъ корнѣ левкоя закономѣрное: они помѣщаются на главной оси вертикальными рядами. Мы видѣли выше, что расположеніе листьевъ на главномъ стеблѣ левкоя тоже закономѣрное: они помѣщаются на главной оси по спирали, по формулѣ $\frac{2}{5}$. Мы видимъ теперь, что и расположеніе боковыхъ органовъ цвѣтка (чашелистиковъ, лепестковъ, тычинокъ и плодолистиковъ) на цвѣтоложѣ или осевомъ органѣ цвѣтка тоже закономѣрное: 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 цвѣтковыхъ 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 образованіе (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, 4 — 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 посреди завязи. Колонка эта называется **осевымъ сѣмяносцемъ**. Послѣ опло-

дотворенія изъ завязи развивается сухой плодъ — **коробочка**, вскрывающаяся наверху десятью створками или зубчиками (см. рис. 18, 3) и высыпающая наружу многочисленныя мелкія сѣмена, сидящія на осевомъ сѣмяносцѣ. Пестикъ примулы и его завязь образовались изъ срастанія пяти пло-

лишковъ, а потому формула цвѣтка примулы будетъ такая:

$$K_5 C_5 A_5 G_{(5)}$$

Въ этой формулѣ знакъ \sim 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. Диаграмма цвѣтка примулы изображена на прилагаемомъ рисункѣ (см. рис. 19, A), и изъ диаграммы этой мы видимъ, что лепестки

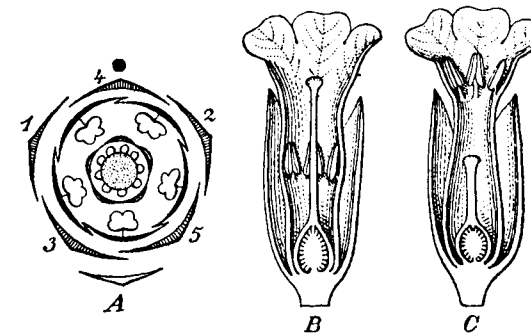


Рис. 19. A—диаграмма цвѣтка примулы (*Primula acaulis*), B—продольный разрѣзъ цвѣтка *Primula elatior* съ длиннымъ столбикомъ и короткими тычинками, C — то же, но съ короткимъ столбикомъ и длинными тычинками (гетеростилія).

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

Строеніе цвѣтка **флокса** (см. диаграмму на рис. 20) очень похоже на строеніе цвѣтка примулы. Пять узкихъ чашелистиковъ, наполовину сросшихся между собою, образуютъ не опадающую чашечку. Вѣнчикъ сrostнолепестный, 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-

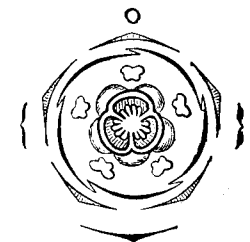


Рис. 20. Диаграмма цвѣтка флокса.

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:

$$K_{\bar{5}} C_{\bar{5}} A_5 G_{(3)},$$

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

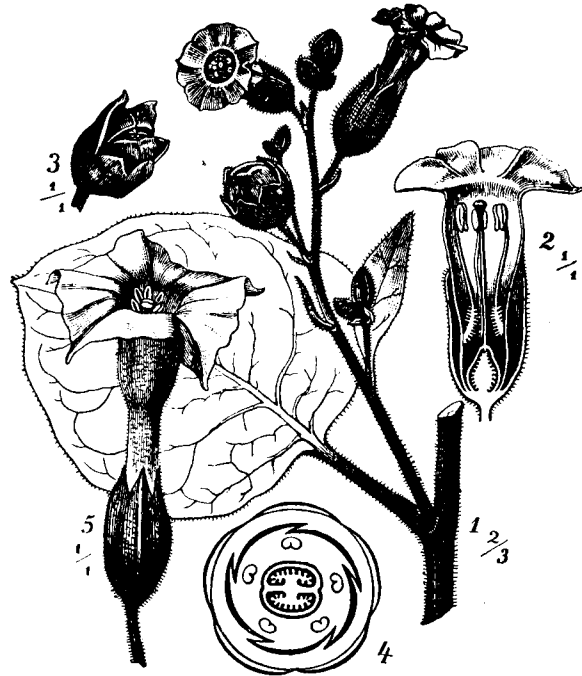


Рис. 21. Табакъ — маорка (*Nicotiana rustica*): 1 — часть растенія съ цвѣтами и листомъ; 2 — продольный разрѣзъ цвѣтка; 3 — зрѣлый, раскрывшійся двумя створками плодъ — коробочка въ остающейся не опадающей чашечкѣ; 4 — діаграмма цвѣтка; 5 — цвѣтокъ виргинскаго табака.

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. Діаграмма цвѣтка табака изображена на прилагаемомъ рисункѣ (см. рис. 21, фиг. 4), а формула его такая:

$$K_{\bar{5}} C_{\bar{5}} A_5 G_{(2)}.$$

У всѣхъ рассмотрѣнныхъ цвѣтовъ чашелистики и лепестки были одинаковой величины и одной и той же формы. Такіе цвѣты называются **правильными** или **многосимметричными** (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 рассмотрѣнныхъ растеній. Листъ состоитъ здѣсь изъ широкой зеленой пластинки, черешка 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 рассмотрѣнныхъ 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 представляютъ какъ бы сильно сокращенные листья. Оригинально

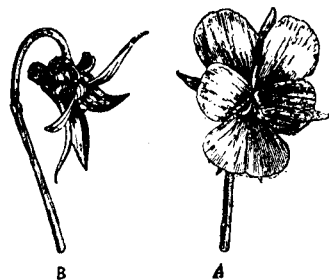


Рис. 22. Цвѣтокъ (А) и чашелистики (В) Иванъ-да-Марьи (*Viola tricolor*).

устроенъ 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 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 короткія очень широкіе бѣлые пыльники и слиплись между собою этими пыль-



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

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 диаграммѣ (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 и огромнымъ головчатымъ рыльцемъ, имѣющимъ видъ какъ бы раскрытой пасти (см. рис. 24). Пестикъ образованъ изъ срастанія трехъ плодолистиковъ. Сѣмяпочки помѣщаются на

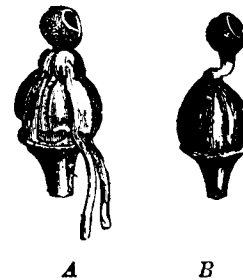


Рис. 24. Тычинки и пестикъ Иванъ-да-Марьи (*Viola tricolor*).

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

$$K_5 C_5 A_5 \bar{G}_{(5)}$$

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

Въ этой формулѣ знакъ $\bar{}$ надъ 5 при А обозначаетъ, что тычинки слиплись между собою верхней частью, пыльниками.

У **львиного 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, В) 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, А). Лепестки вѣнчика чередуются съ чашели-

стиками. Если мы вскроемъ вдоль трубку вѣнчика, то увидимъ, что къ внутренней поверхности трубки вѣнчика приросли нитями тычинки (см. рис. 26, B), какъ у примулы, флокса и табака.

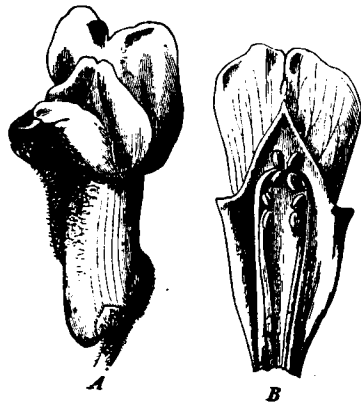


Рис. 26. *Antirrhinum majus* — львиный зѣвъ: А — цвѣтокъ, В — верхняя губа съ 4-мя тычинками.

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 диаграммѣ (см. рис. 27). Такимъ образомъ оста-

ется одно мѣсто, между двумя лепестками верхней губы вѣнчика, гдѣ, казалось, могла бы сидѣть пятая тычинка — задняя, но ея въ готовомъ цвѣткѣ львиного зѣва нѣтъ.

Исторія развитія цвѣтка показываетъ, однако, что у львиного 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 неравномерно: двѣ заднія тычинки или, точнѣе говоря, боковыя отстаютъ въ своемъ развитіи отъ двухъ переднихъ. Пестикъ у львиного 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 львиного зѣва такая:

$K_5 C_5 A_4 G_{(2)}$.

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

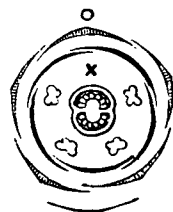


Рис. 27. Диаграмма цвѣтка львиного зѣва (*Antirrhinum majus*).

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

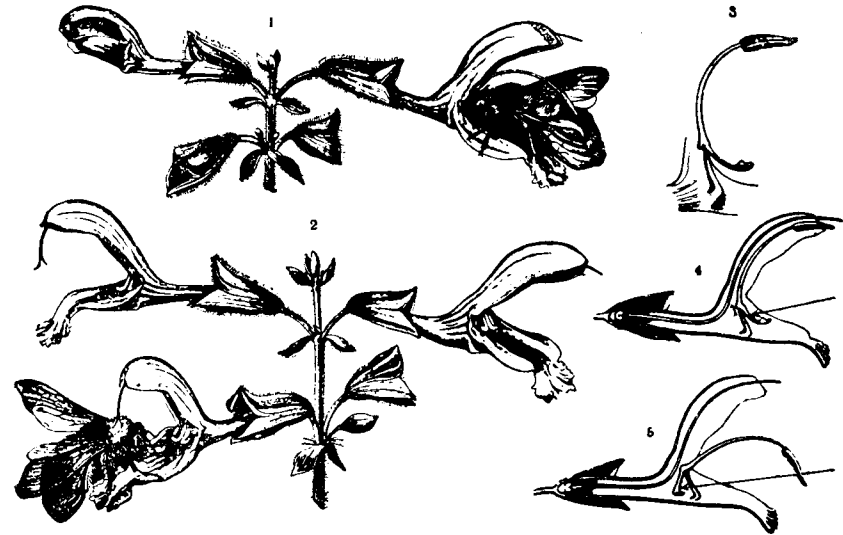


Рис. 28. Цвѣты шалфея (*Salvia glutinosa*): 1, 2 — цвѣты въ естеств. величину, 3 — тычинка, 4, 5 — продольный разрѣзъ цвѣтка.

съ чашелистиками. Тычинокъ, приросшихъ 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

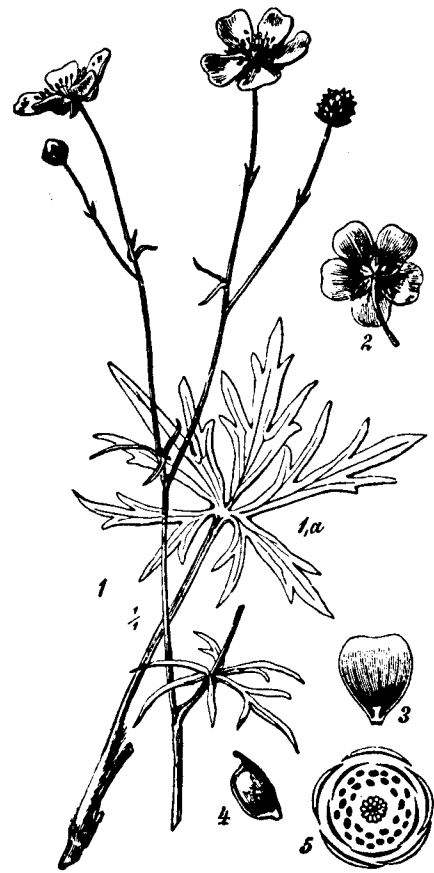


Рис. 30. Лютикъ ѣдкій (*Ranunculus acer*): 1, a — прикорневой листъ, 1 — верхняя часть растенія, 2 — цвѣтокъ снизу; 3 — лепестокъ совнутри, 4 — плодикъ, 5 — диаграмма цвѣтка.

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 разрѣзъ 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 одногнѣздной 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 темносиній цвѣтъ чашечки, состоящей изъ пяти чашелистиковъ; задній чаше-

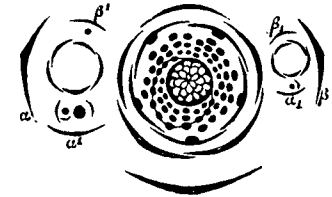


Рис. 32. Диаграмма соцвѣтія *Ranunculus acer*: $\alpha, \beta, \alpha_1, \alpha^1, \beta_1, \beta^1$ — прицвѣтники. Боковые цвѣтки только намѣчены. Цвѣтокъ въ чашечкѣ и вѣнчикѣ циклическій, въ андроцеев спиральный, по формулѣ $8/21$.

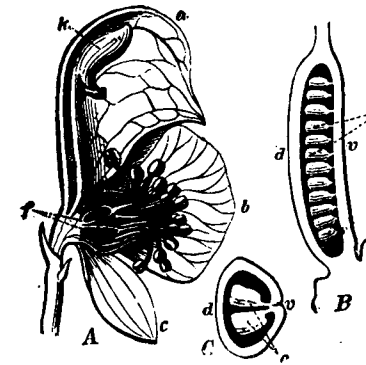


Рис. 33. Акони́тъ — *Aconitum Napellus*. A — продольный разрѣзъ цвѣтка: a — половина шлемовиднаго чашелистика, b, c — два другіе чашелистика, k — медовикъ, f — пестики. B — продольный разрѣзъ завязи. C — поперечный разрѣзъ ея: v — брюшной шовъ, d — спинной шовъ, o — сѣмяпочки.

листикъ самый крупный, шлемовидный (см. рис. 33, A, 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, B, e), а на самомъ верху тора три пестика (p).

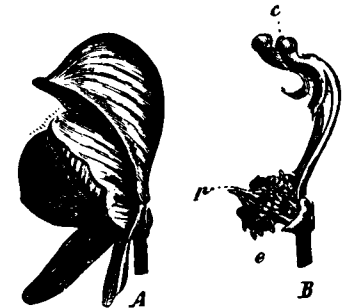


Рис. 34. Цвѣтокъ аконита: A — цѣлый, B — послѣ удаленія вѣнчиковидной чашечки; c — медовики, p — пестики, e — тычинки.

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-

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 мел-



Рис. 35. Гвоздика — *Dianthus Caryophyllus*.

кихъ окрашенныхъ листочковъ составляютъ второй кругъ цвѣтка, крайне, однако, редуцированный вѣнчикъ, состоящий 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. Плодъ — сложная листовка, раскрывающаяся по брюшному шву. Формула цвѣтка:

$$K_5, C_8, A_{\infty}, G_3.$$

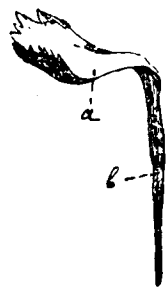


Рис. 36. Лепестокъ гвоздики: *a* — отгибъ, *b* — ноготокъ.

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-

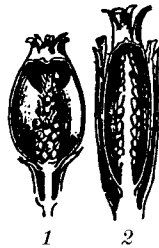


Рис. 37. Плоды гвоздичныхъ въ продольномъ разрѣзѣ: 1 — *Silene nutans*, 2 — *Dianthus Carthusianorum*.

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

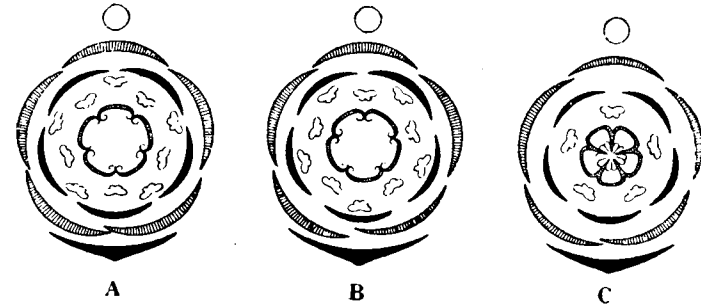


Рис. 38. Схематическія діаграммы цвѣтовъ: *A* — диплостемоннаго, *B* — обдиплостемоннаго, *C* — гаплостемоннаго.

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,

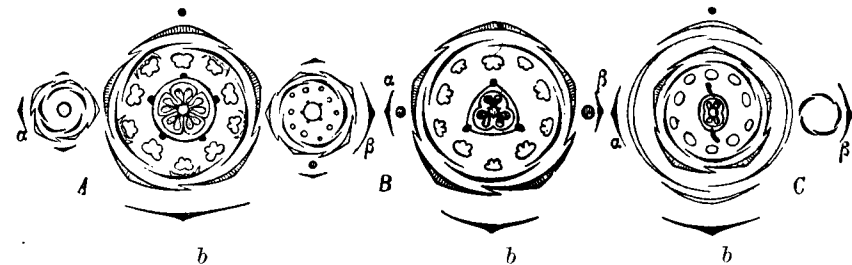


Рис. 39. Диаграммы цвѣтовъ нѣкоторыхъ гвоздичныхъ (*Caryophyllaceae*): *A* — *Viscaria viscosa*, *B* — *Silene venosa*, *C* — гвоздика, *Dianthus plumarius*; послѣдняя съ 4-мя покровными листьями; всѣ три съ прицвѣтниками — *a* — *β* и съ покровнымъ листомъ *b* — впереди диаграммъ.

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. Плодъ — коробочка, разверзающаяся створками (см. рис. 37).

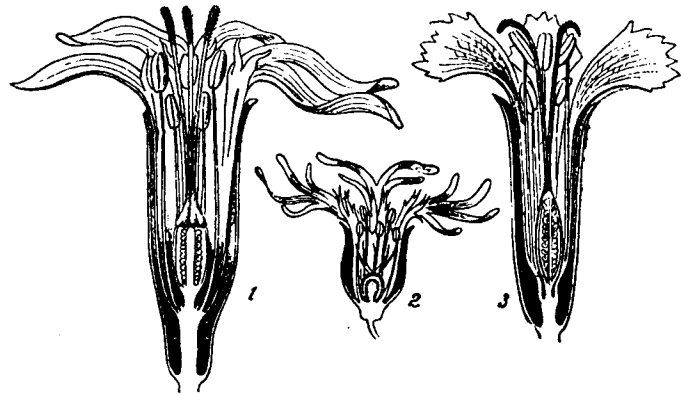


Рис. 40. Цвѣты нѣкоторыхъ гвоздичныхъ (*Caryophyllaceae*): 1 — *Silene nutans*, 2 — *Lychnis Flos-cuculi*, 3 — *Dianthus Carthusianorum*. На фиг. 1 и 2 видна коронка или рагacorolla.



Рис. 41. Душистый горошекъ.

съ которыми чередуются 5 лепестковъ вѣнчика, весьма ори-

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

$$\underline{K}_5 \ C_5 \ A_{5+5} \ G_{(2)}.$$

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:

$$\underline{K}_5 \ C_5 \ A_{5+5} \ G_{(3)} \text{ или}$$

$$\underline{K}_5 \ C_5 \ A_{5+5} \ G_{(5)}.$$

У душистаго горошка (см. рис. 41) цвѣтокъ зигоморфный, неправильный. Чашечка изъ пяти сросшихся между собою чашелистиковъ,

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 однобратственнымъ (см. рис. 42, *B*); онъ встрѣчается у нѣкоторыхъ растений,

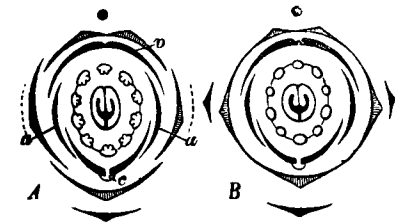


Рис. 42. Диаграммы мотыльковыхъ растений: *A* — двубратственного, *B* — однобратственного; *v* — парусъ, *a* — крылья или весла, *c* — лодочка.

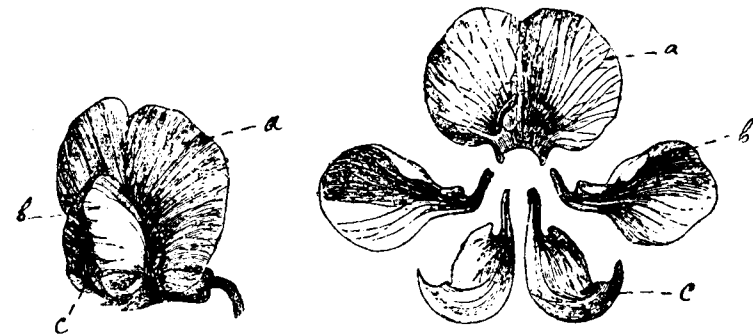


Рис. 43. Цвѣтокъ душистаго горошка: *a* — парусъ или флагъ, *b* — крылья или весла, *c* — лодочка.

родственныхъ душистому горошку и принадлежащихъ къ одному съ нимъ семейству мотыльковыхъ растений. Однобратственность 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. Лишь при дальнѣйшемъ разрастаніи цвѣтка, вслѣдствіе явленій смѣщенія и срастанія, 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 срастанія одного всего пло-

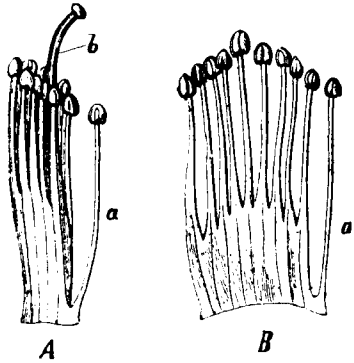


Рис. 44. Двубратственный андроцей душистаго горошка: А — въ естественномъ состояніи, В — въ развернутомъ видѣ; а — свободная десятая тычинка; б — столбикъ пестика.

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

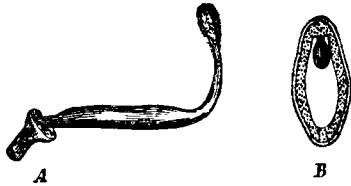


Рис. 45. Пестикъ душистаго горошка: А — цѣликомъ, В — въ поперечномъ разрѣзѣ.

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

но теоретическая формула этого цвѣтка должна быть такая:

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

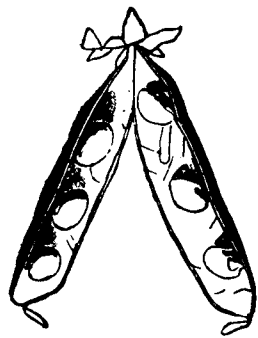


Рис. 46. Плодъ душистаго горошка — бобъ, разверзающийся по брюшному шву.

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 разверзающийся плодъ, 3 — сѣмя, 4 — диаграмма цвѣтка.

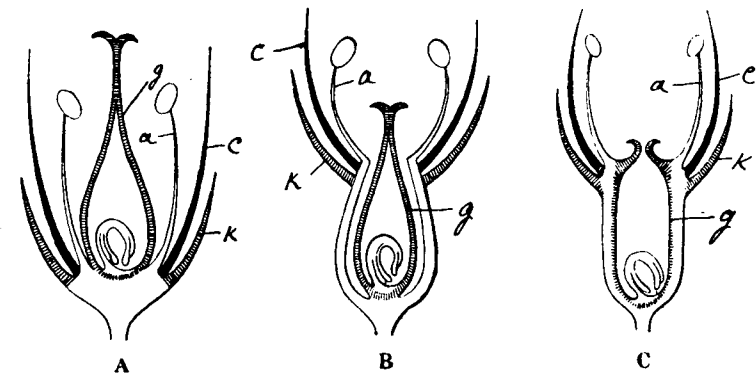


Рис. 48. Схематическіе продольные разрѣзы цвѣтковь: А — съ верхней завязью (подпестичный цвѣтокъ); В — съ полунижнею завязью (околпестичный цвѣтокъ); С — съ нижнею завязью (подпестичный цвѣтокъ); к — чашечка, с — вѣнчикъ, а — тычинки, g — пестикъ.

станія четырехъ плодolistиковъ. 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, пятизубчатаго 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 растений, у которыхъ, подобно какъ у тыквы, имѣются мужскіе и женскіе цвѣты, т. е. цвѣты раздѣльнополые. Но у нѣкоторыхъ изъ такихъ растений 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:

$$\text{♂ } K_5 C_5 A_5 \quad \text{♀ } K_5 C_5 G_{(3)},$$

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

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

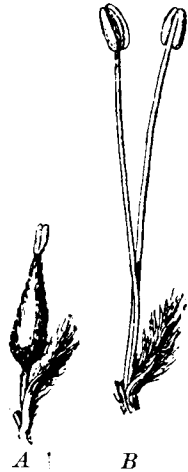


Рис. 51. Цвѣты ивы—*Salix Caprea*: *A* — женскій цвѣтокъ съ покровнымъ листомъ, пестикомъ и дискомъ; *B* — мужской цвѣтокъ, съ двумя тычинками, покровнымъ листомъ и дискомъ.

Въ заключеніе рассмотримъ еще тюльпанъ. У тюльпана подь 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 разсмотрѣнныхъ 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-

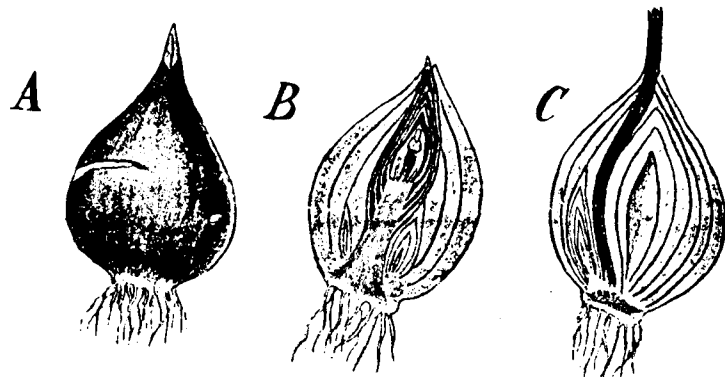


Рис. 52. Луковица тюльпана: *A* — цѣльная, *B* и *C* — въ продольномъ разрѣзѣ.

чикъ, или, какъ выражаются на ботаническомъ языкѣ, у тюльпана имѣется одинъ простой (а не двойной, какъ у ранѣе разсмотрѣнныхъ растений) **вѣнчикообразный покровъ**. Этотъ вѣнчикообразный 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 цвѣтовъ 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 разсмотрѣли цѣлый рядъ цвѣтовъ высшихъ цвѣтковыхъ растений. Въ мою задачу вовсе не входитъ сегодня познакомить васъ со всѣми типами строенія цвѣтовъ 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 цвѣтовъ цвѣтковыхъ растений

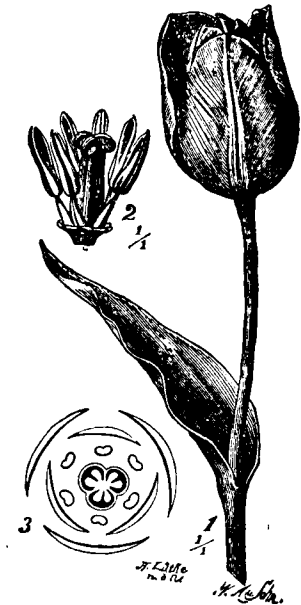


Рис. 53. Тюльпанъ: 1 — цвѣтокъ съ листомъ; 2 — тычинки и пестикъ; 3 — діаграмма цвѣтка.

и попытаться въ разнообразіи этомъ отыскать, однако, и однообразіе, отыскать тѣ морфологическіе законы природы, которые руководятъ построениемъ 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 строениемъ растения 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.

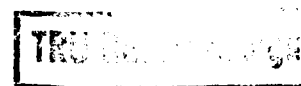
Разсмотрѣніе цвѣтовъ высшихъ покрытосѣменныхъ растений, произведенное нами на прошлой лекціи, показываетъ, что, несмотря на кажущееся разнообразіе въ строеніи цвѣтовъ высшихъ растений, строеніе это подчинено извѣстнымъ законностямъ, и при всемъ внѣшнемъ разнообразіи различные цвѣты построены согласно 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	$G_{(3)}$
Иванъ-да-Марья . .	K_5	C_5	A_5	$G_{(3)}$
Лютикъ	K_5	C_5	A_∞	G_∞
Аконитъ	K_5	C_8	A_∞	G_3
Тюльпанъ	P_{3+3}	A_{3+3}	$G_{(3)}$	

Изъ разсмотрѣнія таблицы этой ясно вытекаетъ законъ кратныхъ отношеній, который состоитъ въ томъ, что цвѣты различныхъ растений построены по опредѣленному числову 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 плодолистиковъ, 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 отношеній довольно наглядно подтверждается приведенной табличкой формулъ цвѣтовъ, которую можно было бы увеличить во много разъ прибавленіемъ новыхъ примѣровъ. Кажущіяся уклоненія отъ закона кратныхъ отношеній б. ч. довольно легко объясняются исторіей развитія цвѣтка. Такъ, напримѣръ, цвѣтокъ львиного 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 исторія развитія цвѣтка показываетъ, что въ цвѣткѣ залагается 5 тычинокъ, какъ по закону кратныхъ отношеній и должно быть, а затѣмъ одна или три тычинки при дальнѣйшемъ развитіи цвѣтка атрофируются (см. діаграммы 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, причемъ въ первомъ кругѣ 2 тычинки, а во второмъ 4; эти послѣднія четыре тычинки явились результатомъ продольнаго расщепленія 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 плодолистуку (у душистаго горошка). Такое кажущееся нарушение закона кратныхъ отношеній въ области гинецея объясняется положеніемъ гинецея въ самомъ центрѣ цвѣтка и его важной физиологической задачей. Плодолистики гинецея послѣ цвѣтенія должны развиваться въ плодъ, а сѣмяпочки ихъ въ сѣмена. Для этого плодолистикамъ, однако, не хватаетъ очень часто ни мѣста, ни питательныхъ веществъ, чтобы развиваться 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, А, 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, В и С). 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 отношений дѣйствительно нарушенъ. Это, на примѣръ, цвѣты лютика и въ особенности аконита. Но и аконитъ, и лютикъ принадлежатъ къ семейству лютиковыхъ, *Ranunculaceae*, занимающему въ системѣ, согласно новѣйшимъ воззрѣніямъ, весьма низкое мѣсто, и ихъ цвѣты дѣйствительно построены не по законамъ кратныхъ отношений и чередованія органовъ. Я вамъ указывалъ уже прошлый разъ, что члены андроеца 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 отношений не играетъ роли въ построении такихъ примитивныхъ цвѣтовъ. Не одни лютиковые не работали еще въ себѣ закона кратныхъ отношений при построении цвѣтовъ. Есть цѣлый рядъ другихъ низко организованныхъ порядковъ цвѣтковыхъ растений, на примѣръ, ивовыя, сережкоцвѣтныя, орѣшниковыя (*Juglandales*), кро-

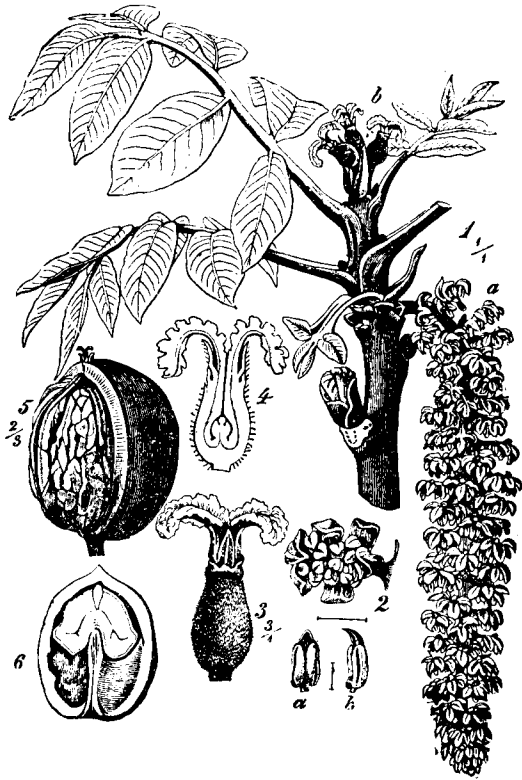


Рис. 54. Грецкій орѣхъ — *Juglans regia*, какъ примѣръ протоантофитныхъ растений: 1 — цвѣтущая вѣтвь, а — мужская сережка, б — женскіе цвѣты; 2 — мужской цвѣтокъ съ простымъ чашечковиднымъ покровомъ (однопокровный цвѣтокъ), а — тычинка совнутри, б — тычинка сбоку; 3 — женскій цвѣтокъ; 4 — женскій цвѣтокъ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

ивовыя, сережкоцвѣтныя, орѣшниковыя (*Juglandales*), кро-

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

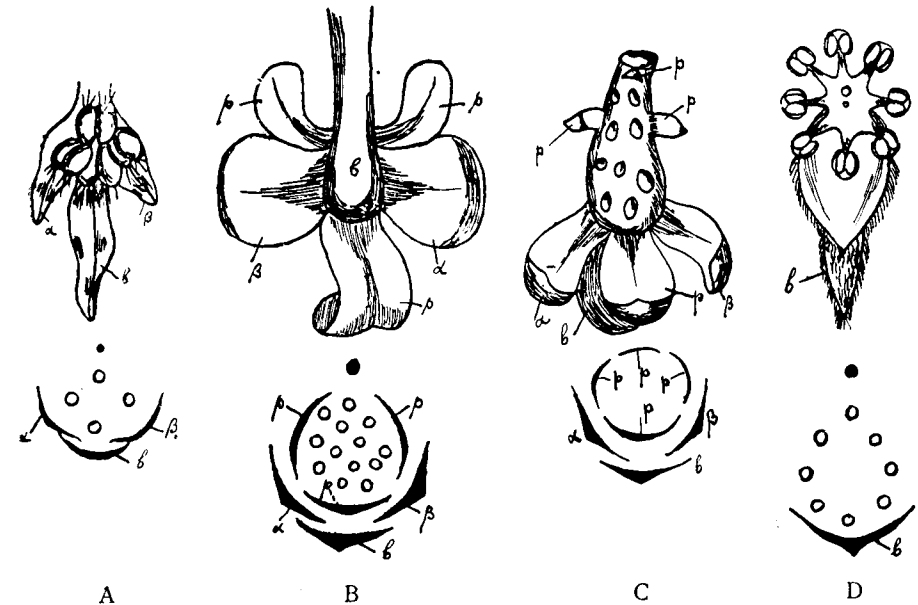


Рис. 55. Мужскіе цвѣты *Juglandaceae* и ихъ діаграммы, какъ примѣры протоантофитныхъ растений: А — *Carya alba*, В — *Juglans regia*, С — *Platycarya fraxinifolia*, D — *Platycarya strobilacea*; б — кроющій листъ, α, β — прицвѣтники, p, p, p — листья околоцвѣтника. Тычинки въ неопредѣленномъ количествѣ 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 растеніямъ **эуантофитнымъ** — это законъ чередованія 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 каждаго слѣдующаго круга чередуются съ органами предыдущаго круга. Это такой же математическій законъ построения цвѣтка, какъ 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 выполненіи возложенныхъ на нихъ функций. Кажущееся нарушение 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-

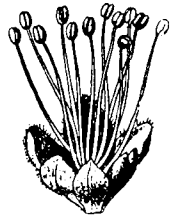


Рис. 56. Мужской цвѣтокъ каштана — *Castanea sativa*, какъ примѣръ растенія съ неопредѣленнымъ и несоответствующимъ числу листочковъ околоцвѣтника количествомъ тычинокъ.

прим., у флокса или табака. Но исторія развитія цвѣтка *Primula* 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 нарушение закона чередованія органовъ имѣется въ цвѣткѣ гвоздики съ его обдиплостемоннымъ андроцеумъ.

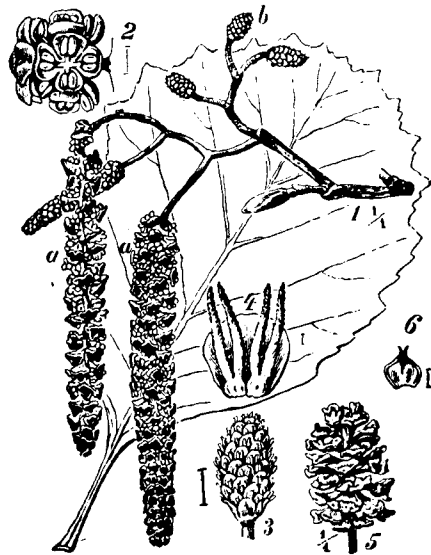


Рис. 57. *Alnus glutinosa* — ольха; 1 — вѣтвь съ мужскими (a) и женскими (b) сережками; 2 — соцветіе изъ трехъ мужскихъ цвѣтовъ; 3 — женская сережка; 4 — соцветіе изъ двухъ женскихъ цвѣтовъ; 5 — соплодіе, деревянистая шишка; 6 — плодъ, односѣменный орѣхъ съ крылышками.

Но уже на прошлой лекціи я вамъ объяснилъ, что обдиплостемонія есть результатъ послѣдующихъ смѣщеній 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 противостоятъ листочкамъ околоцвѣтника.

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

квѣтковыхъ растеній, къ *Protoanthophytae*, въ построении цвѣтовъ

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

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

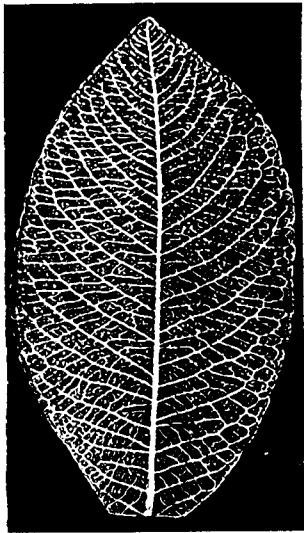


Рис. 60. Сѣтчатонервный листь двудольнаго.

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 растения, на **протоантофиты** и **эуантофиты**. **Протоантофиты** имѣютъ еще весьма примитивно устроенные цвѣты, въ которыхъ б. ч. совершенно не выражены или лишь частью выражены законы кратныхъ отношений и чередованія органовъ; они имѣютъ цвѣты либо циклическіе, либо спиральные, причемъ число цикловъ въ цвѣткѣ еще не установилось, а число членовъ въ циклахъ колеблется. И типъ тройнаго цвѣтка далеко не свойственъ однимъ такъ называемымъ однодольнымъ. Онъ нерѣдко встрѣчается и у такъ называемыхъ двудольныхъ, относимыхъ мною къ простѣйшимъ цвѣтковымъ растениямъ. Такъ, въ порядкѣ букоцвѣтныхъ, на примѣръ, 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.

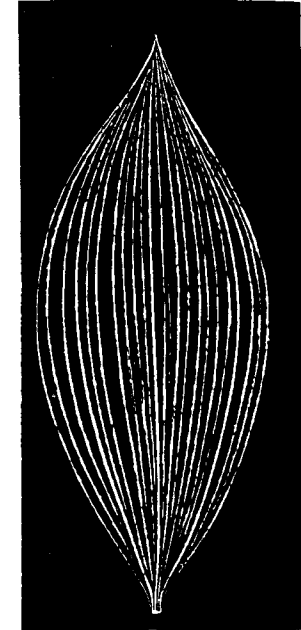


Рис. 61. Дугонервный листь однодольнаго.

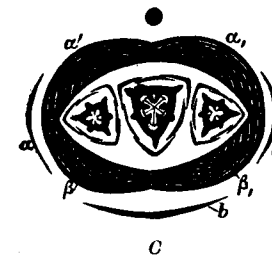


Рис. 62. Каштанъ настоящій — *Castanea sativa*. С — діаграмма женскаго соцвѣтія: *b* — кроющая чешуя; *a*, *β* — прицвѣтныя чешуи; внутри соцвѣтія три женскихъ цвѣтка съ двуциклическими трехчленными покрывами.

У высшихъ цвѣтковыхъ растений, у **эуантофитныхъ**, цвѣты построены циклически по законамъ кратныхъ отношений и чередованія органовъ. При этомъ болѣе низко организованныя эуантофитныя растения имѣютъ цвѣты пятициклическіе, съ теоретической формулой

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

а самая высшая эуантофитная растения имѣютъ цвѣты четырехциклическіе, по теоретической формулѣ

$$2) K_n C_n A_n G_n.$$

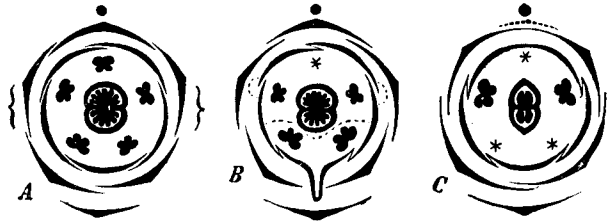


Рис. 63. Диаграммы цвѣтовъ *Scrophulariaceae*: A — *Verbascum*, B — *Linaria*, C — *Veronica*. Двѣ послѣднихъ диаграммы указываютъ на явленіе атрофіи въ кругѣ андроея.

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



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

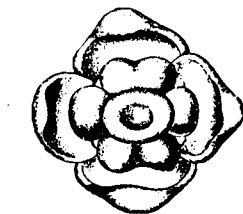


Рис. 65. Зачатокъ цвѣтка левкоя, увел., показывающій явленіе расщепленія двухъ тычинокъ внутренняго круга.

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

Все огромное разнообразіе въ построеніи цвѣтовъ безчисленныхъ цвѣтковыхъ растений 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 органовъ (нижняя за-

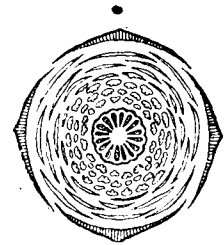


Рис. 66. Диаграмма простѣйшаго цвѣтка *Nymphaea*, въ которомъ чашелистики расположены двумя циклами, а лепестки вѣнчика и тычинки по спирали. Типъ цвѣтка простѣйшихъ (протоантофитныхъ) растений.

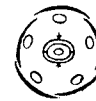


Рис. 67. Диаграмма простѣйшаго цвѣтка *Monochlamydeae*, въ которомъ тычинки противостоятъ листикамъ околоцвѣтника.

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



Рис. 68. Диаграмма цвѣтка *Coriaria myrtifolia*, какъ примѣръ типичной диаграммы свободнопестныхъ двудольныхъ съ пятичленными пятициклическими цвѣтами.

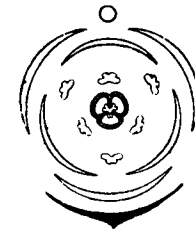


Рис. 69. Диаграмма типичнаго цвѣтка однодольныхъ — трехчленный пятициклическій цвѣтокъ *Liliiflorae (Colchicum autumnale)*.

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 разнообразныя типы къ немногимъ основнымъ планамъ строения цвѣтовъ. Такихъ основныхъ плановъ строения цвѣтовъ я признаю, въ сущности, четыре: 1) неопредѣленный планъ строения цвѣтка простѣй-

шихъ цвѣтковыхъ растений (см. рис. 66, 67), 2) планъ строения цвѣтка пятичленного пятициклическаго (см. рис. 68), 3) планъ строения цвѣтка трехчленного пятициклическаго (см. рис. 69) и 4) планъ строения цвѣтка пятичленного четырехциклическаго (см. рис. 70). Таковы основные законы построения цвѣтовъ цвѣтковыхъ растений.

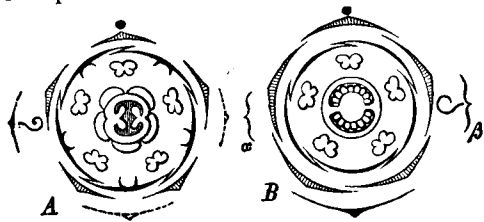


Рис. 70. Диаграммы цвѣтовъ: А — *Hydrophyllum virginicum*, В — *Hydrolea spinosa*, какъ примѣры цвѣтовъ пятичленныхъ четырехциклическихъ.

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 растениямъ 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 растетъ интересное водяное растение — **викторія**, *Victoria regia* (см. рис. 71). Это же растение 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 растение. Ежегодно высѣваются весною въ бассейнъ викторной теплицы крупныя черныя сѣмена этого растения, и къ началу лѣта на поверхности воды плаваютъ огромныя округлыя зеленые 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, на примѣръ, 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 взаимноперекрещивающихся балочекъ и подпорокъ, протянутыхъ по всей его нижней поверхности.

Рис. 71. *Victoria regia* въ Южной Америкѣ, въ рѣкѣ Амазонкѣ. Перенѣи планъ рисунка въ $\frac{1}{10}$ натуральной величины.

Но еще интереснѣе и любопытнѣе строеніе цвѣтка этого оригинальнаго растенія. Ежегодно въ іюль 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 водяного 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 растеній; цвѣтокъ этотъ отличается неопредѣленнымъ количествомъ покроволистиковъ, тычинокъ и плодolistиковъ и спиральнымъ (ациклическимъ) расположеніемъ ихъ.

стигающій величины очень большого кочана капусты, плаваетъ на поверхности воды среди его огромныхъ листьевъ. 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 окруженъ 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. Иголочки 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 удлинненно-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. Опредѣлить у викторіи, гдѣ кончаются лепестки вѣнчика, и гдѣ начинается спираль андроеца, 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 образований, 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 рассматриваемы, 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 особыя желтые мѣшечки, производящіе внутри себя одноклѣтныя образования — цвѣточную пыль или цвѣтень. Самая пыль эта или цвѣтень, по строе-

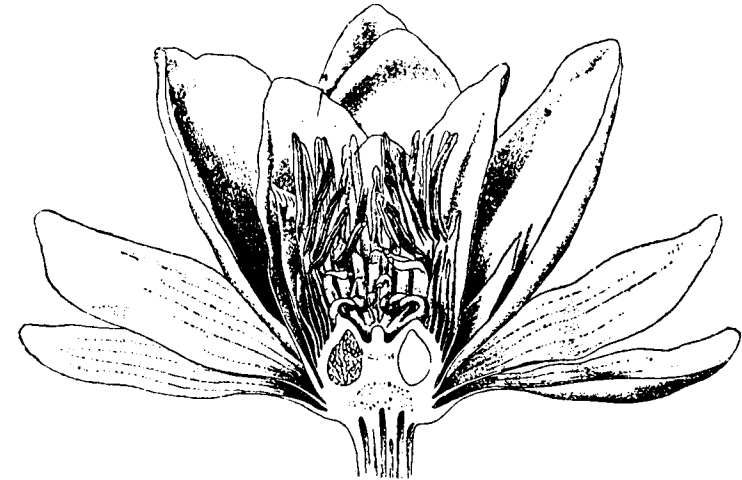


Рис. 73. Продольный разрѣзъ черезъ цвѣтокъ *Nymphaea alba*.

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-

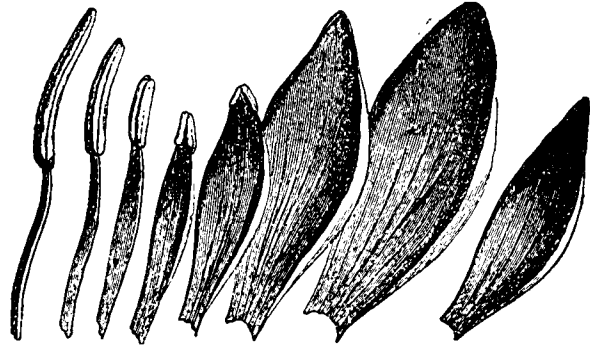


Рис. 74. Постепенный переходъ чашелистиковъ и лепестковъ въ тычинки въ цвѣткѣ бѣлой кувшинки (*Nymphaea alba*).

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 пріобрѣтаютъ 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 **лириодендрона** (см. рис. 76) хотя тычинки рѣзко обособлены отъ лепестковъ вѣнчика, но не утратили еще своего листовиднаго

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

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

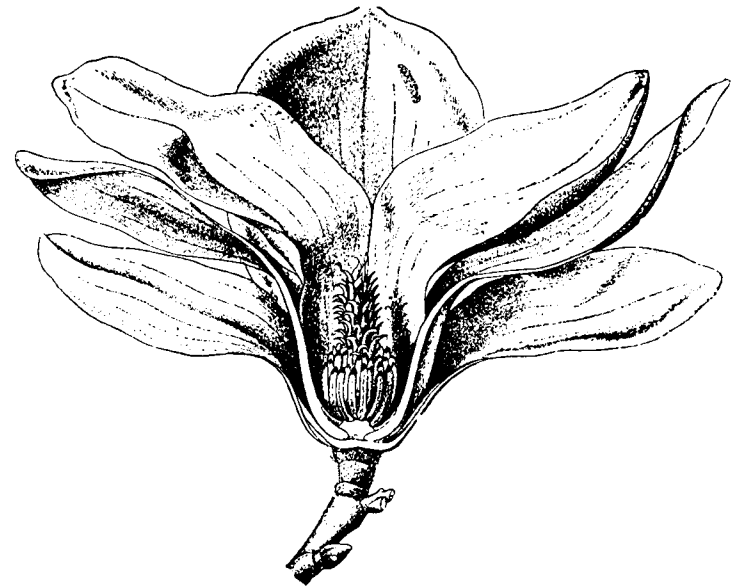


Рис. 75. Продольный разрѣзъ черезъ цвѣтокъ *Magnolia Precia*: цвѣтокъ ациклическій съ неопредѣленнымъ количествомъ покроволистиковъ, тычинокъ и плодolistиковъ. Тычинки сохранили б. и. м. листовидную свою натуру.

рали еще окончательно своей первоначальной листообразной природы.

На второй лекціи мы познакомились съ строеніемъ цвѣтка **леvkоя**. Но не у всѣхъ левкоевъ цвѣты построены такъ, какъ они были нами описаны. Въ садахъ очень часто культивируются такъ называемые махровые левкои. Цвѣтокъ махроваго левkoa имѣетъ обыкновенно 4 зеленыхъ чашелистика, но вѣнчикъ его состоитъ не изъ 4 лепестковъ, а изъ большаго количества и при томъ разной величины, одни покрупнѣе, 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 — общий 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 безплодные 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 яркоокрашенные 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 природы, 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. утерявшія совершенно



Рис. 78. Проллицирующій 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 спорангии) съ **пыльцею** (или микроспорами); самые послѣдніе листья плодущаго побѣга обратились въ такъ называемые **плодолистини**, 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 цвѣтоложя или осевого органа цвѣтка.



Рис. 79. Проросшая (пролифицирующая) махровая роза, у которой вмѣсто тычинокъ 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 гинецеумъ 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-

ціи извѣстны у многихъ растений, на примѣръ, у гравилата (*Geum*) (см. рис. 78), маргаритки и мн. др. Особенно поучительны 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 плодолистики, 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-

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

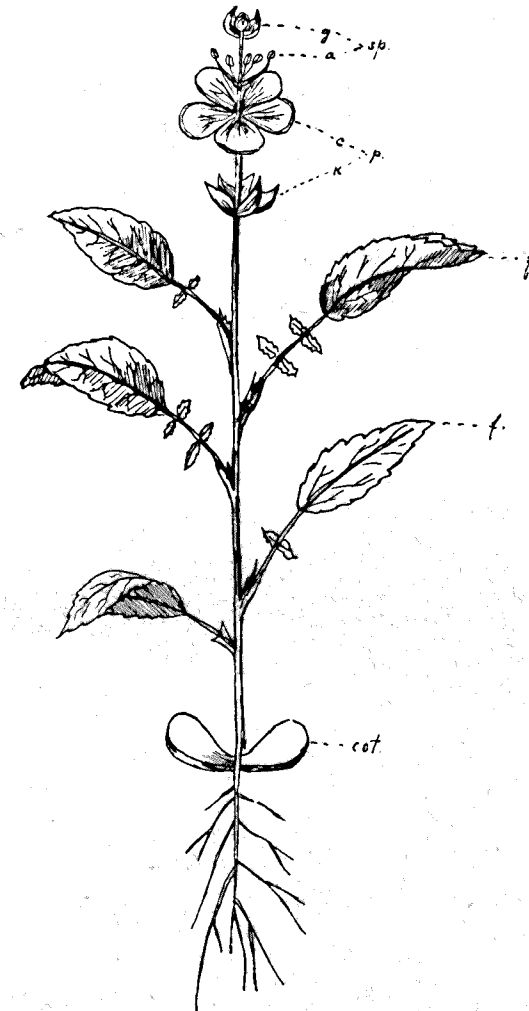


Рис. 82. Прототипъ (Urpflanze) цвѣтковаго растенія по Гёте. Цвѣтокъ состоитъ изъ покроволыстиковъ (*p*) и плодущихъ листьевъ или споролыстиковъ (*sp*): *k* — чашелистики, *e* — лепестки, *a* — тычинки, *g* — плодолистки; *f* — зеленые листья, *cot* — сѣмядоли.

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 морфологіи растеній. 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 явнобрачнымъ и для установленія филогенетическихъ отношеній въ растительномъ царствѣ.

Часть вторая.

Явленія движенія и чувствованія въ растительномъ царствѣ.

Лекція шестая.

Движеніе свободныхъ плавающихъ прото- пластовъ.

Въ общежитіи издавна составилось вполне определенное 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 обыкновенномъ 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 скучены зеленые шарики эти близь тупыхъ окончаній верхнихъ вѣточекъ водоросли, что придаетъ вѣточкамъ этимъ особенно темнозеленый цвѣтъ. Темнозеленыя вѣточки водоросли иногда нѣсколько разбухаютъ на концѣ и получаютъ видъ булавы или палицы (см. рис. 83, *b*); при этомъ темнозеленое содержимое въ такомъ разбухшемъ концѣ трубочки нѣсколько отстываетъ отъ осталънаго слизистаго содержимаго, передній конецъ свѣтлѣетъ, тогда какъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ конца трубочки слизистое содержимое ея еще болѣе темнѣетъ.

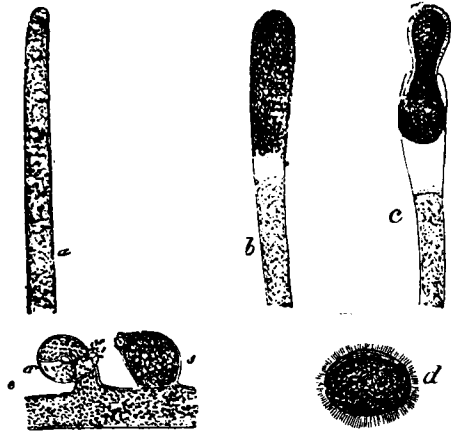


Рис. 83. Водоросль — вошерія (*Vaucheria clavata*): *a* — конецъ нити водоросли; *b* — образование зооспоры въ концѣ водорослевой нити; *c* — выхождение зооспоры; *d* — зооспора; *e* — оплодотвореніе вошерин: *a* — спермогоній съ сперматозоидами, *s* — оогоній съ оосферой или яйцомъ.

Унгеръ, какъ прилежный ученый, сѣдился за микроскопъ свой съ ранняго утра, и вотъ однажды, рассматривая 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 (*c*), 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 (*c*), 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 булавовиднаго конца трубочки, начинаетъ свободно плавать въ каплѣ воды, въ которой водоросль рассматривалась подъ микроскопомъ Унгеромъ. Весь процессъ выплзання 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 голыи 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 зоогонидія 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, движения медленнѣе, и часа черезъ два послѣ выхода своего изъ трубочки водоросли зоогонидія эта, отыскавъ укромное и затѣненное мѣсто, оседаетъ, 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 разсмотрѣнія которой мы начали нашъ разговоръ. Водоросль эта растетъ недѣли двѣ и затѣмъ снова приступаетъ къ образованию свободнодвижущихся въ водѣ зоогонидій или голыхъ активныхъ протопластовъ.



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

Когда Унгеръ открылъ это явление, онъ такъ былъ пораженъ, что рѣшилъ, что имѣетъ передъ собою совершенно новое явление — превращеніе настоящаго растения — водоросли въ животное, въ инфузорию, такъ какъ всѣ движения зоогонидіи вошеріи вполне напоминаютъ такіе же активныя движения инфузурій, 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. — растение въ моментъ превращенія своего въ животное, и сочиненіе это въ свое время произвело большую сенсацию въ ученномъ мірѣ. Унгеръ наблюдалъ выходъ зоогонидій изъ булавовидныхъ концовъ трубочки водоросли и ихъ разнообразныя движения, но онъ не

довелъ своихъ наблюденій до конца и не зналъ, что изъ зоогонидіи этой вырастаетъ впослѣдствіи та же водоросль — вошерія, давая ей начало, и что, слѣдовательно, свободно плавающія въ водѣ зоогонидіи представляютъ не что иное, какъ элементы размноженія этой водоросли. Лишь впослѣдствіи 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

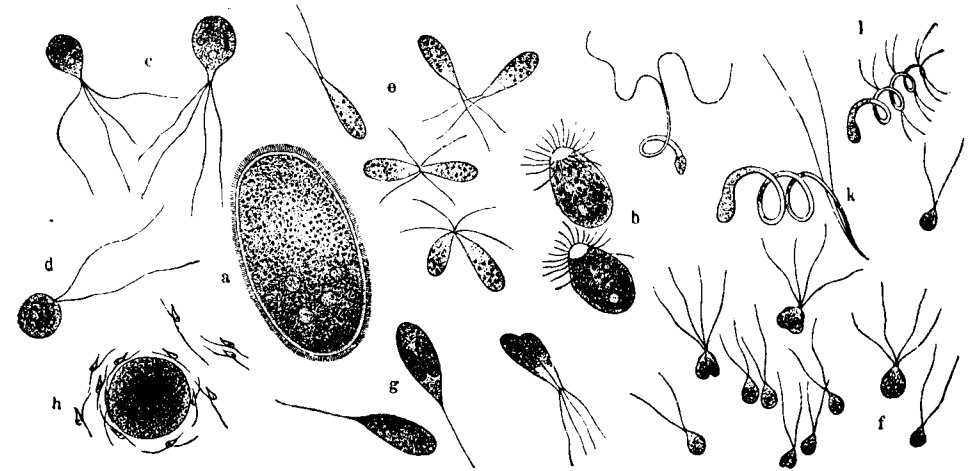


Рис. 85. Плавающіе голые протопласты водорослей: a — *Vaucheria*, b — *Oedogonium*, c — *Draparnaldia*, d — *Coleochaete*, e и g — *Botrydium*, f — *Ulothrix*, h — *Fucus*; мховъ: i — *Funaria*, k — *Sphagnum*; папоротника: l — *Adiantum*.

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. *a*); эта зоогонидія имѣетъ форму правильнаго 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. *b*); у водоросли *Draparnaldia* зоогонидіи грушевидной формы съ четырьмя очень длинными рѣсничками близъ заостреннаго конца (рис. 85, фиг. *c*); *Coleochaete* имѣетъ зоогонидіи шаровидныя съ двумя рѣсничками (фиг. *d*), а *Botrydium* производитъ двоякаго рода плавающие протопласты, съ одной или съ двумя длинными рѣсничками (фиг. *e* и *g*). У бурой водоросли *Fucus* (фиг. *h*) 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, вѣроудъ головки, а на заднемъ концѣ снабжены либо парюю длинныхъ тонкихъ рѣсничекъ (см. фиг. *i*, *k*), либо имѣютъ нѣсколько паръ такихъ рѣсничекъ, расположенныхъ по спиральной части антерозоида и придающихъ всему живчику весьма мохнатыи видъ (см. фиг. *l*, 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 плазматическаго 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 зоогонидіи 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

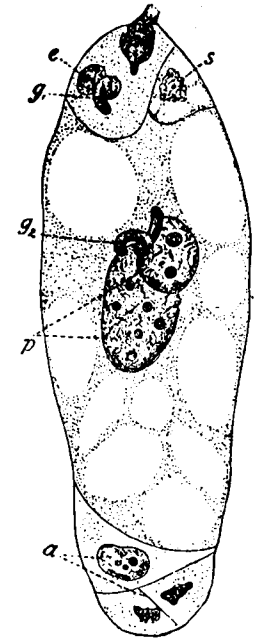


Рис. 87. Зародышевыи мѣшокъ лиліи — *Lilium Martagon* въ моментъ оплодотворенія (двойное оплодотвореніе): одно генеративное ядро (*g*₁) сливается съ ядромъ яйцекѣтки (*e*), а другое генеративное ядро (*g*₂) — съ обоими полярными ядрами (*p*); *s* — синергида, *a* — антиподы. Генеративныя ядра производятъ при этомъ червеобразныя движенія (см. *g*₁, *g*₂).

всѣ эти зоогонидіи, гаметы, живчики плаваютъ въ водѣ совершенно активно, какъ какія-нибудь животныя, на примѣръ, инфузоріи. Движеніе ихъ, повидимому, даже цѣлесообразное, и голые протопласты реагируютъ на окружающія внѣшнія силы, проявляютъ чувствительность. На примѣръ, 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 прорасти 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, причѣмъ 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, на примѣръ, 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, наполнить 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 оснований 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 разсматриваемъ 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, на примѣръ, 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 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

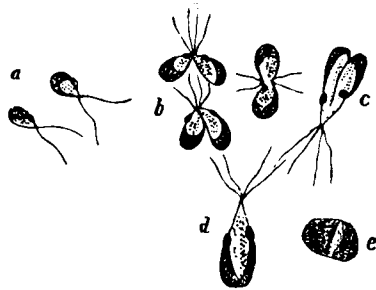


Рис. 88. Копуляція (актъ оплодотворенія) двухъ свободно плавающихъ равнозначущихъ голыхъ протопластовъ (га м е т ѣ водоросли): *a* — *d* — послѣдовательныя стадіи этого процесса: *e* — клѣтка, образовавшаяся путемъ копуляціи двухъ равнозначущихъ гаметъ (изоспора или зигоспора).

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 производящую ихъ водоросль (см. копулирующія гаметы на рис. 85 у *Botrydium* — фиг. *e* и у *Ulothrix* — фиг. *f*). „Поистинѣ поразительное впечатлѣніе“, говоритъ Кернеръ фонъ Марилаунъ въ своей интересной книгѣ „Жизнь растений“¹⁾, „получается, глядя на то, какъ маленькіе, грушевидные, кружащіеся въ водѣ протопласты ботридія и многіе другіе

1) Проф. А. Кернеръ фонъ Марилаунъ. 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 протопластъ (фиг. *f*)“. 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 крупныя голыя шаровидныя женскіе протопласты — **яйца**, которыя лишены способности активного движенія и пассивно переносятся въ морѣ морскими течениями 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 бѣшенномъ 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, на примѣръ, 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-

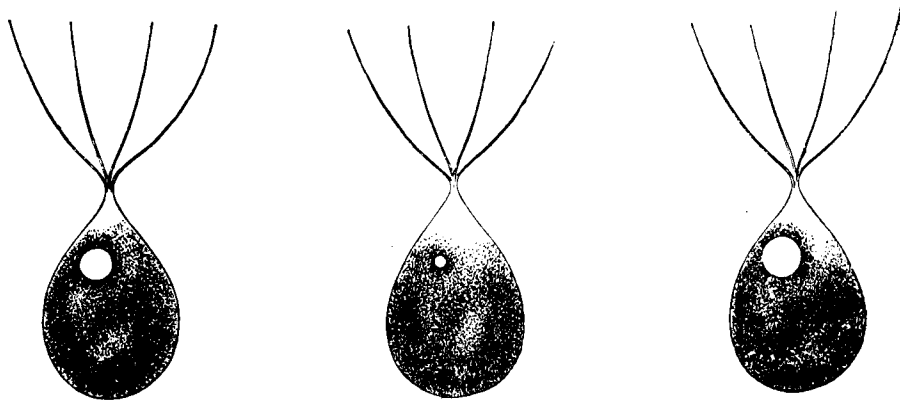


Рис. 89. Пульсирующая вакуоль въ протоплазмѣ гаметы водоросли *Ulothrix*.

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

Активные движенія свойственны продуктамъ размноженія низшихъ, отчасти даже и высшихъ растений. Но есть низшія растенія, 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, стягиваетъ рѣснички и опускается на дно водоема. Но теперь внутри ея оболочки начинается движеніе живого ея содержимаго, протоплазмы. Протоплазма отстаетъ отъ своей оболочки, съеживается, затѣмъ, перетягиваясь, дѣлится пополамъ, еще разъ съеживается, еще разъ перетягивается и дѣлится пополамъ, и вотъ внутри оболочки лежатъ теперь четыре голыхъ протопласта. Они начинаютъ беспокоиться внутри оболочки, имѣ 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, копируются, 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 многоклѣтная водоросль, представляющія шарики, видимые простымъ глазомъ, величиною

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

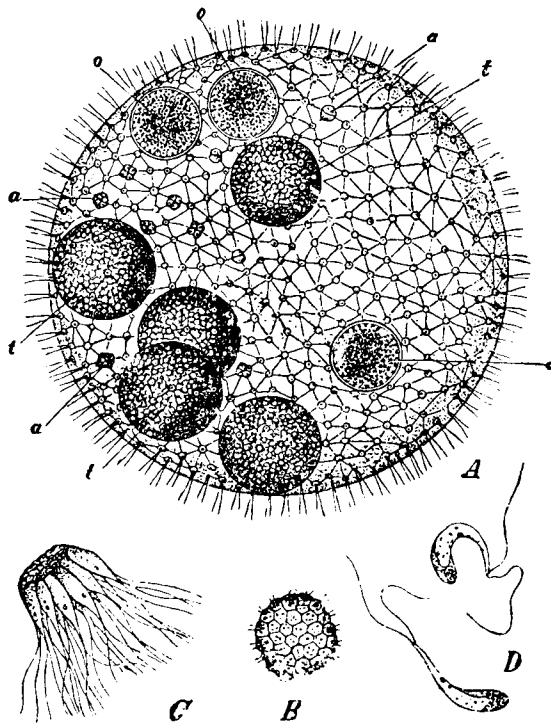


Рис. 90. Колоніальная водоросль вольвоксъ (*Volvox aureus*): *A* — взрослая колонія съ пятью дочерними маленькими колоніями (*t*), тремя оплодотворенными яйцеклѣтками (*o*) и нѣсколькими спермогоніями (*a*), въ которыхъ образуются пучки сперматозидовъ. *B* — пучекъ сперматозидовъ сверху при бѣльшемъ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

у нъ, повергавшее наблюдателей всѣхъ временъ въ справедливое изумленіе! Кажется, никогда не случалось, 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, на примѣръ, 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 Марилан-

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 подъ микроскопомъ 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 строенія: *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 попадаетъ 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 попадаются 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 вредныя 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 физиологическихъ 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, дышатъ, питаются и въ результатѣ растутъ, а достигнувши предѣльной величины, снова дѣлятся каждая на двѣ, снова размножаются путемъ простого безполаго дѣленія. Никакого намѣка на половой актъ у протамѣбы 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 ступень 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 большая часть тѣла амѣбы состоитъ изъ **зернистой плазмы**,

находящейся въ постоянномъ струйчатомъ 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 тѣлце, называемое **ядромъ** (*N*), а въ центрѣ такого ядра еще болѣе сильно свѣтъ преломляющую 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 **клеточнымъ** 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 питания. Другія вакуоли, и ихъ меньше, правильно ритмически сокращаются и расширяются и при расширеніи наполняются безцвѣтнымъ прозрачнымъ клеточнымъ 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).

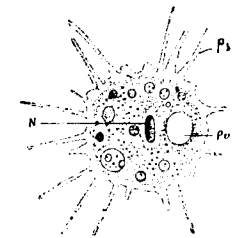


Рис. 92. Амёба — голый ползающій протопластъ болѣе сложнаго устройства: *N* — ядро, *Pv* — пульсирующая вакуоля, *Ps* — псевдоподіи или ложноножки.

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 клеточному ядру, а потому въ настоящее время существованіе безъядерныхъ протопластовъ подвергается большому сомнѣнію. Какъ бы то ни было, но во всякомъ случаѣ амёба все же сложнѣе протамебы потому, что у амёбы ядро и ядрышко хорошо обособлены и видны безъ помощи какихъ-либо реактивовъ, тогда какъ у живой протамебы все же на видъ плазматическое тѣло вполне гомогенно.

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

Если микроскопическія протамебы и амёбы 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 протамебъ и амёбъ. Это такъ называемыя **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 *Amoeboidae* (**амёбонидныя**).

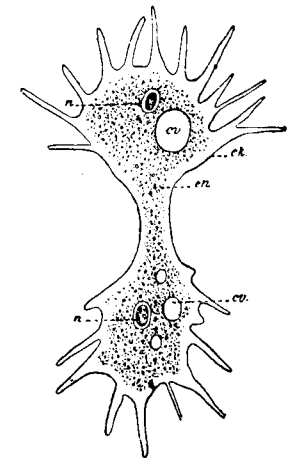


Рис. 93. Размноженіе амёбы путемъ дѣленія: *n, n* — дочернія ядра, *cv, cv* — бьющіяся вакуоли, *ck* — гіалоплазма, *ep* — зернистая плазма.

Вѣроятно, многимъ изъ васъ, гуляя въ лѣсу, послѣ дождливыхъ дней, когда начинаетъ 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 сѣзаннаго 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, расплывчатая очертанія (см. рис. 94, *n*), и края эти мѣняютъ свою форму и рисунокъ: тутъ и тамъ вытягиваются крупные выросты и отроги, на подобіе ложноножекъ или псевдоподій протамебъ 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 протамебы 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 гниющаго дубильнаго корья. На дубильныхъ заводахъ, а также въ оранжереяхъ, гдѣ иногда употребляютъ гниющее

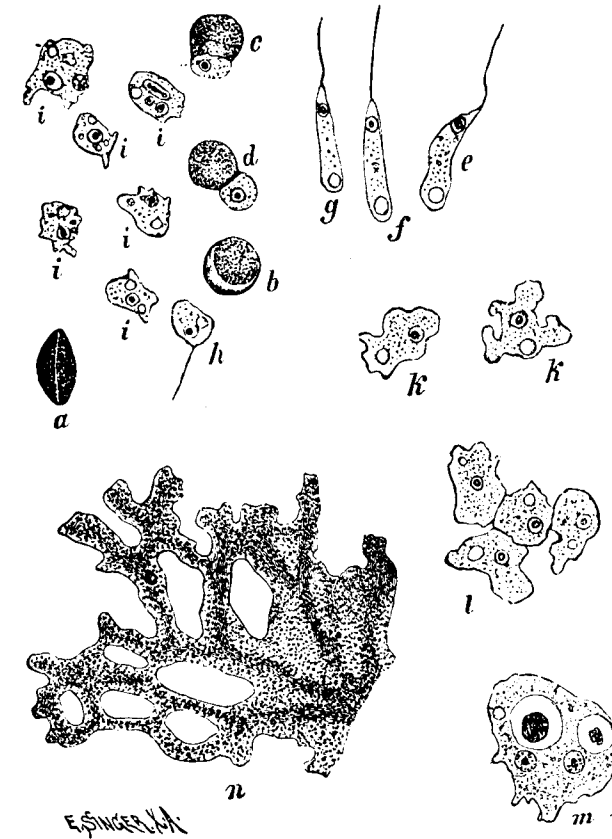


Рис. 94. Миксомицетъ — *Chondrioderma difforme*: *a* — спора въ сухомъ съжившемся состояніи; *b* — разбухшая въ водѣ спора; *c* и *d* — выходненіе плазматического содержимаго (амебоида) изъ оболочки споры; *e*, *f* и *g* — голое плазматическое содержимое споры, снабженное жгутикомъ, въ стадіи зооспоры; *h* — переходъ зооспоры въ стадію амебоида; *i*, *i* — болѣе молодые амебоиды; *k*, *k* — болѣе старыя амебоиды; *l* — нѣсколько сходящихся амебоидовъ, незадолго до слиянія ихъ между собою въ пласмодій; *m* — молодой пласмодій (всѣ рисунки увелич. въ 540 разъ); *n* — часть взрослага 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 гниющее и теплое внутри корье, и вы обязательно наткнетесь на слизистыя

расплывчатая масса, занимающая 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 отростки въ разныя стороны и сравнительно довольно быстро прячется глубже въ корье, какъ будто бы свѣтъ и болѣе сухой и холодный воздухъ его тревожили. 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, гальваническій 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 пласмодію 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 ползущемъ 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 направленіямъ. Если взять два стакана дистиллированной воды, перекинуть черезъ края ихъ стеклянную пластину, 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, на примѣръ, стаканъ, вмѣсто дистиллированной воды, помѣститъ 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 пласмодии миксомицетовъ отрицательно фототропичны и положительно гидротропичны, т. е. обычно уползаютъ отъ свѣта и сухого воздуха въ тьму 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 амѣбъ и протамѣбъ, и растутъ. Но, достигнувши полной своей зрѣлости, пласмодии 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 слизь 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 слизь 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) бурога, 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

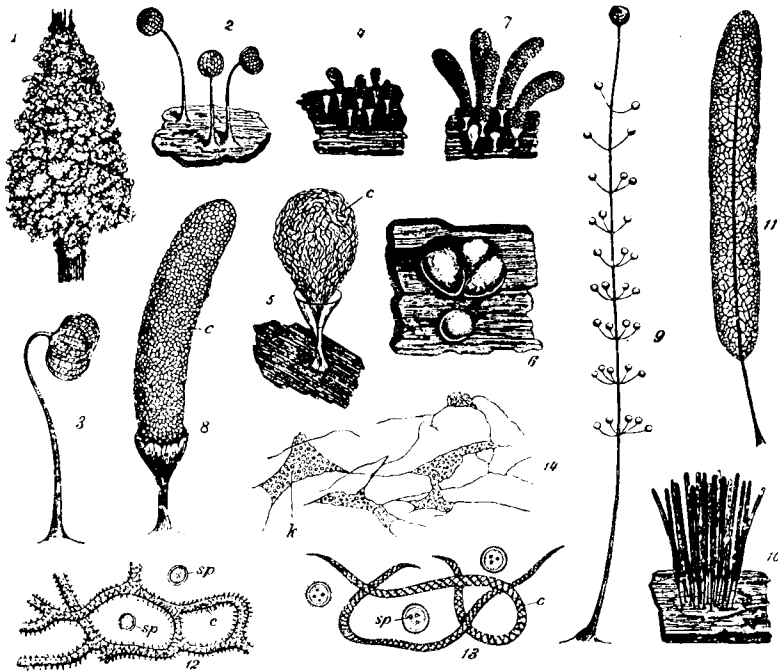


Рис. 95. Плодовая тѣла миксомицетовъ (*Myxomycetes*): 1 — *Spumaria alba* — кукушкина слюна, 2 — *Dictydium cernuum*, 3 — то же при бѣльшемъ увеличеніи, 4—5 — *Hemiarcyria clavata*, 6 — *Lycogala epidendrum*, 7—8 — *Arcyria nutans*, 9 — *Polyspondylium violaceum*, 10—11 — *Stemonitis fusca*, 12 — капиллярій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

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 маленькихъ 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, e) 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 лопается, 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 растеній.

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. Первые 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

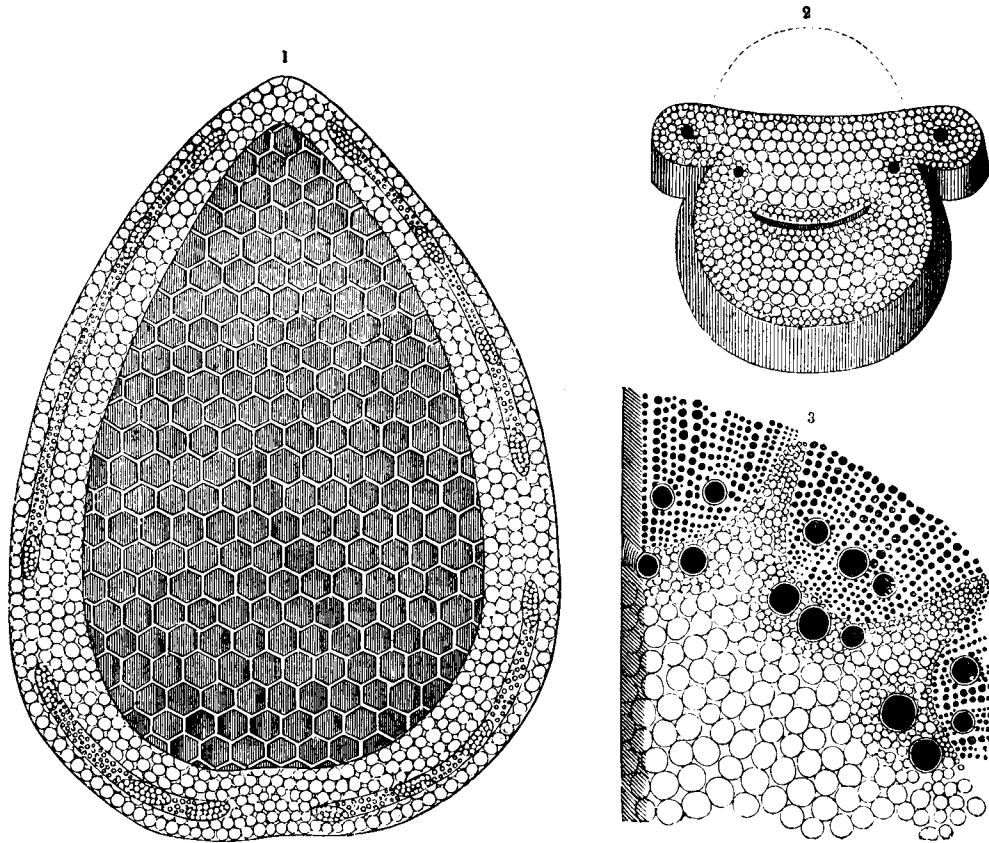


Рис. 96. Оригинальные рисунки Нееми Грю (Grew, Anatomy of Plants), съ его гравюръ, изданныхъ въ 1672 году: 1 — продольный разръзъ молодого сѣмени абрикоса, 2 — поперечный разръзъ листового черешка дикаго шалфея, 3 — поперечный разръзъ сосновой вѣтки.

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 **клетками**. Обыкновенно растительную клетку простымъ глазомъ видѣть нельзя. Но на продольныхъ и

поперечныхъ разръзахъ 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 клетками**. Болѣе подробно изучено было внутреннее строеніе растений итальянцемъ Маркелломъ Мальпиги и англичаниномъ Неемией Грю. Этотъ послѣдній въ 1672 году издалъ обширное сочиненіе по поводу внутренняго строения растений, снабдивъ его прекрасными для того времени гравюрами (см. рис. 96), на которыхъ изображены были поперечные разръзы черезъ различныя части растений, наблюдаемые подъ микроскопомъ. На этихъ гравюрахъ ясно



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 клетку, какъ основную гистологическую единицу растительнаго тѣла.

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

нець и трубочекъ оставалось еще неяснымъ. Первые изслѣдователи анатомическаго строенія растений замѣтили также, что, подобно сотамъ пчелъ, и растительныя ячейки или клѣтки 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 жизнѣдѣтельности 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 растительныхъ клѣтки, отдѣляющихся послѣ дѣленія ядра и

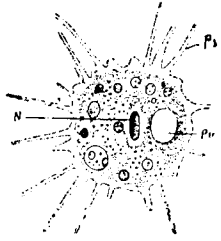


Рис. 98. Амёба:
N — ядро, Pv — бьющаяся вакуоля, Ps — псевдоподии или ложноножки.

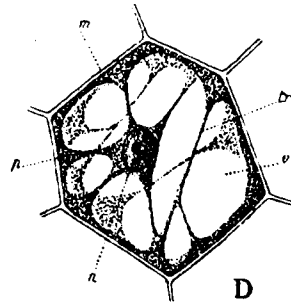


Рис. 99. Растительная клѣтка: m — оболочка клѣтки, p — цитоплазма, n — ядро, tr — нити цитоплазмы, v — вакуоли.

тельныхъ клѣтки, отдѣляющихся послѣ дѣленія ядра и протоплазмы клѣтки другъ отъ друга поперечной перегородкой, высачиваемой самой протоплазмой дѣлящейся пополамъ клѣтки. Такъ изъ одной клѣтки получаются 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 результатъ получаются четыре рядомъ лежащихъ клѣтки. Многократными повторными дѣленіями такими образуется цѣлый комплексъ клѣтокъ, изъ которыхъ и слагается данный органъ растения — корень, стебель или листъ, и получается то впечатлѣніе, что на поперечномъ разрѣзѣ любой части тѣла растения мы видимъ подъ микроскопомъ какъ бы пчелиныя соты, и тѣло растения, какъ изъ кирпичиковъ, слагается изъ такихъ ячеекъ или клѣтокъ, образующихъ эти соты. Растительная клѣтка есть основная анатомическая и вмѣстѣ съ тѣмъ біологическая единица растения. Съ одной единственной клѣтки, какъ увидимъ дальше, начинается жизнь каждаго растения, и образованіемъ новыхъ клѣтокъ, способныхъ развиваться въ будущіе индивидуумы даннаго растения, заканчивается, въ сущности, жизнь растения. 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 растения. Различныя трубочки, волоконца и иныя образованія, которыя, помимо клѣтокъ, попадаютъ намъ при микроскопическомъ изслѣдованіи продольныхъ или поперечныхъ разрѣзовъ различныхъ органовъ растений, не являются самостоятельными гистологическими образованіями, но продуктами дальнѣйшаго разрастанія и измѣненія (метаморфоза) растительной клѣтки или продуктами слиянія нѣсколькихъ клѣтокъ въ одну.

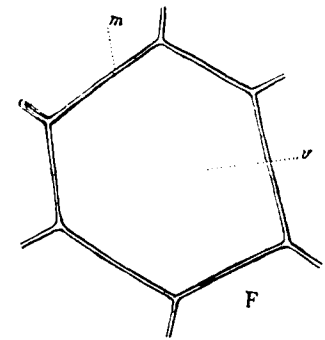


Рис. 100. Растительная клѣтка, состоящая изъ одной клѣточной оболочки (m), съ пустотой (вакуолей) (v), безъ живого плазматического содержимаго.

Типичная растительная клѣтка, какъ я только что ска- залъ, состоитъ изъ оболочки и внутренняго содер- жимаго. Внутреннее содержимое въ молодыхъ раститель- ныхъ 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-Молемъ плазма или протоплазма. Это все та же плазма, которую мы видѣли и у зоогонидій водорослей, и у амѣбъ, и въ пласмодияхъ миксо- мицетовъ, и свойства ея тѣ же. Подобно тому, какъ амѣба жи- ветъ, живетъ и протоплазма въ клѣткѣ, въ своей оболочкѣ. А такъ какъ тѣло растенія слагается изъ клѣтокъ, и только изъ клѣтокъ, то, значить, жизнь растенія есть сумма жизней всѣхъ тѣхъ амѣбъ, всѣхъ тѣхъ плазмъ, которыя наполняютъ или напол- няли когда-то клѣтки, изъ которыхъ сложено тѣло растенія.

Подобно амѣбѣ, внутреннее содержимое молодой ра- стительной 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 неза- висимое отъ цитоплазмы; ибо новыя ядра всегда получа- ются изъ материнскихъ ядеръ путемъ ихъ дѣленія, и ядро изъ плазмы само собой 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 дочер- ную 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 боль- шинства) мы видимъ вокругъ ядра въ цитоплазмѣ еще нѣ- сколько тѣлецъ, большею частью сильно лучепреломляю- щихъ и безцвѣтныхъ, иногда, однако-же, окрашенныхъ въ зеленый или иной цвѣтъ и называемыхъ **пигментными тѣль- цами** 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-

ютъ самостоятельные и независимые отъ цитоплазмы ингре- диенты клѣтки. Хроматофоры тоже всегда получаютъ изъ хроматофоръ же путемъ свободнаго дѣленія, путемъ размно- женія. Клѣточное ядро, цитоплазма и хромато- форы суть живыя составныя части клѣтки, и все это вмѣстѣ составляетъ клѣточную плазму, живую амѣбу, 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 растетъ, какъ и плазма со всѣми живыми со- ставными частями своими, то во всякомъ случаѣ ростъ клѣ- точной оболочки пассивный, а не активный; ростъ клѣточ- ной оболочки всецѣло зависитъ отъ жизнедѣятельности клѣ- точной плазмы, и клѣточная оболочка сама не дышетъ, не питается, не чувствуетъ и не размножается; это мертвый продуктъ, результатъ жизнедѣятельности жи- вой составной части клѣтки — плазмы. Мы по- знакомимся со временемъ съ другими мертвыми продуктами жизнедѣятельности живой составной части клѣтки, теперь скажу лишь еще одно. При ростѣ растительной клѣтки, хотя оболочка растетъ 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 ра- стительной 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 расти- тельныхъ клѣткахъ мы видимъ протоплазму лишь въ видѣ непрерывнаго, но тонкаго слоя, со всѣхъ сторонъ изнутри одѣвающего клѣточную оболочку (такъ называемый **первич- ный 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 жизненные свой-

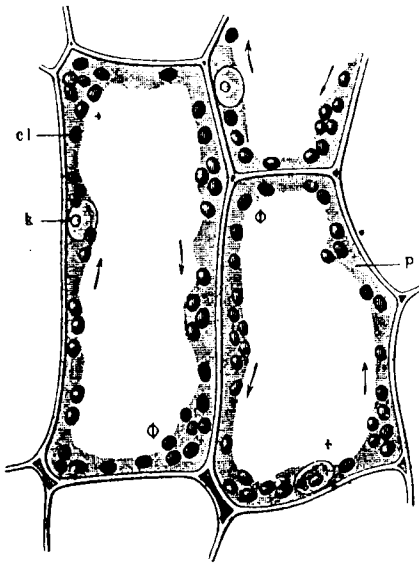


Рис. 101. Вращательное движеніе (по направленію стрѣлокъ) протоплазмы внутри клѣтокъ листа *Vallisneria spiralis*: *k* — ядро, *cl* — хлоропласты или хлорофильныя зерна, *p* — цитоплазма.

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

которыя имѣетъ всякая живая плазма (плазмодии, амѣбы, зоогонидии и т. д.). Она дышетъ, питается, въ ней происходитъ постоянный обменъ веществъ, она растетъ. Размножаться дѣленіемъ могутъ лишь молодая клѣтка, 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 тому, что заключенный въ тѣсную темницу узникъ — плазма клѣтки, двигается настолько медленно, что

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

Очень удобный объектъ для наблюденія движенія плазмы въ клѣткахъ высшихъ растений представляютъ болѣе старыя клѣтки нѣкоторыхъ водяныхъ растений, на примѣръ, *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 растения плазма въ видѣ тонкаго постѣннаго слоя вращается вдоль стѣнокъ клѣтки (см. рис. 101). Это замѣтно по зернистому содержанию плазмы, но нерѣдко медленнымъ потокомъ плазмы увлекаются и зерна хлорофилла и даже тяжеловѣсное ядро. Ихъ движенія, повидимому, однако-же пассивныя, и они, увлекаемая потокомъ плазмы, нерѣдко, въ особенности на поворотахъ, застреваютъ, отстаютъ, скучиваются и затѣмъ, послѣ нѣкотораго 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 растения, можно наблюдать красивое циркуляціонное или струйчатое движеніе плазмы. Въ каждой клѣткѣ такого волоска можно замѣтить движенія нѣжныхъ струекъ по разнымъ направленіямъ, въ тонкомъ стѣнкоположномъ слое цитоплазмы, а кромѣ того и въ тяжахъ протоплазмы, пересѣкающихъ 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.

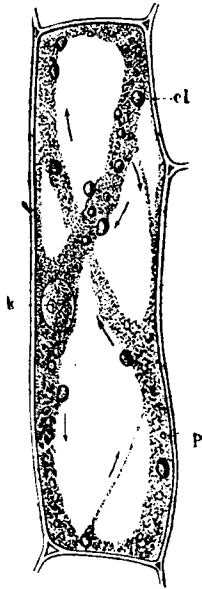


Рис. 102. Струйчатое движеніе протоплазмы внутри клѣтки *Tradescantia virginica* (по направленію стрѣлокъ): *k* — ядро, *cl* — хлорофильныя зерна, *p* — цитоплазма.

Итакъ, движеніе, а также и воспріятіе раздраженій,

свойственно плазмѣ каждой живой клѣтки высшихъ растений. Наши высшія цвѣтковые растенія не плаваютъ активно въ водѣ, какъ животныя, они не ползаютъ по землѣ, какъ амѣбы или пласмодіи миксомицетовъ, они тѣмъ паче 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, разсматривая 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 растений. Отдѣльные болѣе рѣзкіе примѣры.

Высшія цвѣтковые 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 растений можно бы написать цѣлую книгу и даже не одну. Ограничимся здѣсь лишь нѣсколькими примѣрами, иллюстрирующими способность высшихъ растений 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 длинныя, линейныя, узкія 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, плаваеъ на водѣ, а среди трехъ листиковъ около-
цвѣтника высовываются наружу три крупныхъ рыльца цвѣтка.
Мужскіе цвѣты группами развиваются подъ водою на корот-

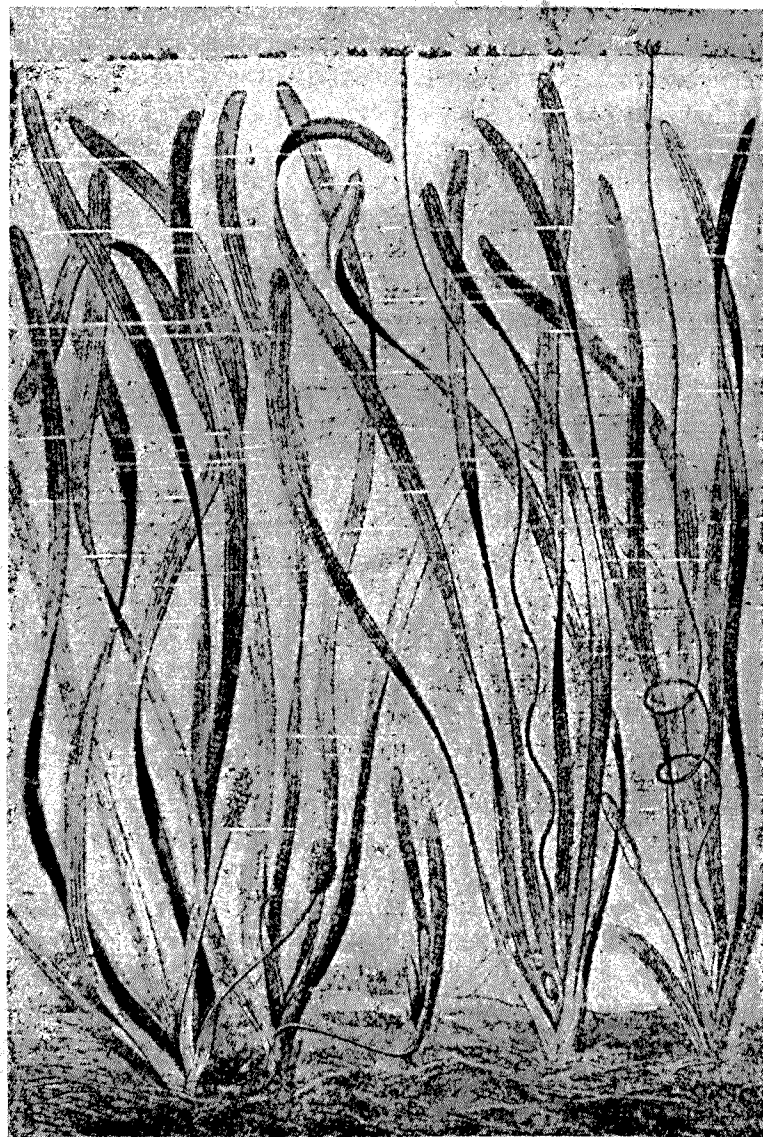


Рис. 103. Валлиснерія — *Vallisneria spiralis*. Справа женскіе экзем-
пляры, слѣва — мужскіе.

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

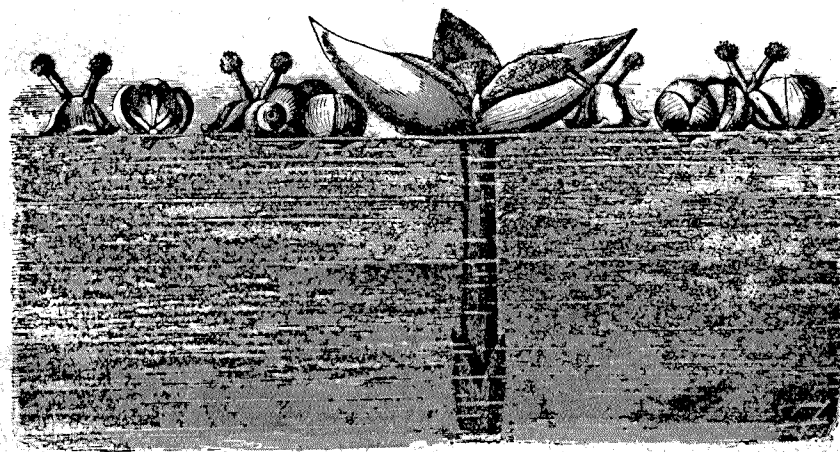


Рис. 104. Цвѣты валлиснеріи (*Vallisneria spiralis*), плаваюшіе на поверхности воды. Посрединѣ женскій цвѣтокъ. По обѣ стороны его нѣсколько мужскихъ цвѣтовъ въ различныхъ стадіяхъ развитія. Одинъ мужской цвѣтокъ (справа) пыльникомъ тычинки прикасается къ рыльцу женскаго цвѣтка и оставляетъ на немъ свою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

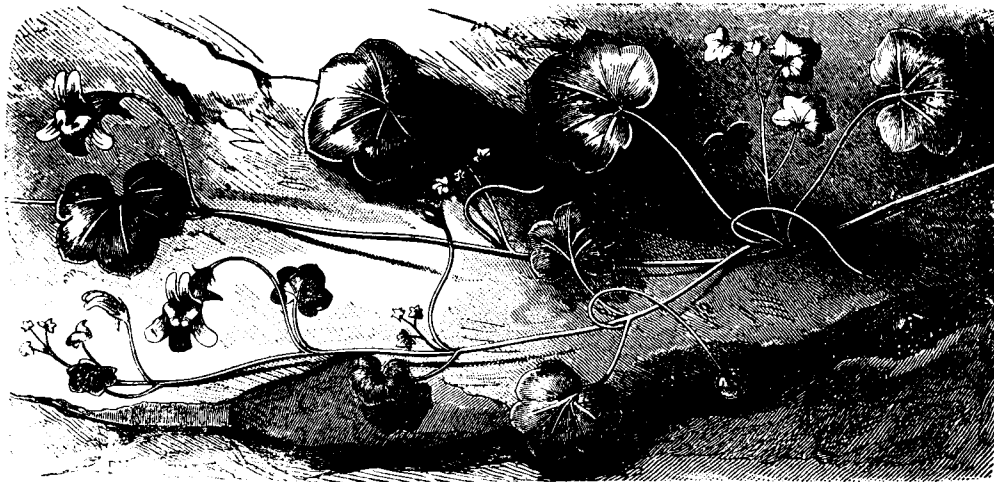


Рис. 105. Лѣнянка — *Linaria Cymbalaria*, запрятывающая сѣмена свои въ трещины скалы.

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

Другой аналогичный примѣръ представляетъ небольшое нѣжное сухопутное растеніе — лѣнянка, *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 опадаетъ, а цвѣтоножка его начинаетъ производить весьма интересное и цѣлесообразное движеніе. Будучи сначала положительно фототропична, цвѣтоножка оплодотвореннаго цвѣтка дѣлается отрицательно фототропичной. Она поварачивается 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 созрѣвающій плодъ въ одну изъ трещинъ скалы (см. рис. 105). Здѣсь плодъ окончательно созрѣваетъ, сѣмена высыпаются и какъ разъ попадаютъ, слѣдовательно, въ разсѣлины 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 растенія были бы заглушены другими растеніями, а сами собою сѣмена въ разсѣлины 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

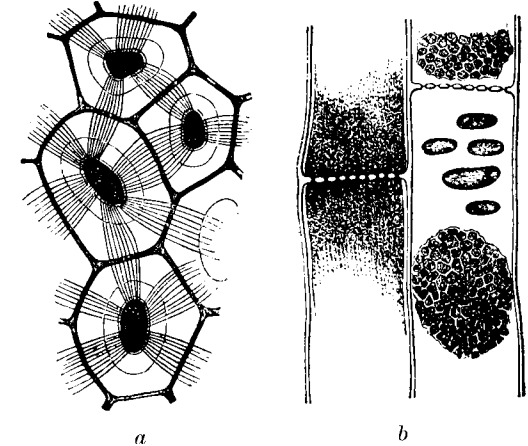


Рис. 106. Соединеніе живого содержимаго сосѣднихъ клетокъ при помощи живыхъ плазматическихъ нитей: *a* — группа клетокъ изъ сѣмени чилибухи; протопласты сосѣднихъ клетокъ соединены другъ съ другомъ тонкими плазматическими нитями, точно телеграфными проволоками; *b* — ситовидныя трубки; поперечныя и частью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

внѣшнее 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 животнаго. У растений нѣтъ особыхъ органовъ чувствъ или особыхъ специальныхъ 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.



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

Cymbalaria загибается по направленію къ трещинѣ скалы. Хотя специальной нервной системы у растений, конечно, нѣтъ, но и воспринимать раздраженія, и передавать ихъ, и производить опредѣленное движеніе растение 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

возбудителемъ этого 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*

передавать ихъ, ни реагировать на нихъ активными движеніями не могутъ. Кора деревьевъ или старыя вѣтви, напримеръ, 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 живыя 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, напримеръ, 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

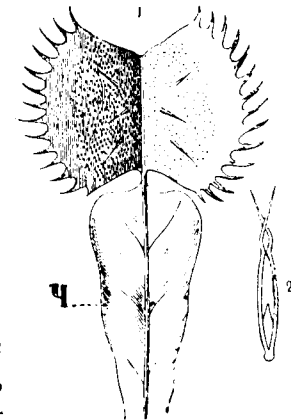


Рис. 108. Листъ мухоловки (*Dionaea muscipula*): 1 — раскрытый листъ; 2 — черешокъ листа; на каждой половинкѣ пластинки листа видно по три чувствительныхъ волоска; 2 — закрытый (захлопнувшійся) листъ въ поперечномъ разрѣзѣ.

стѣнки этихъ клѣтокъ и ихъ живое содержимое. Если какимъ-нибудь предметомъ, на примѣръ, щетинкой дотронуться до основанія одного изъ этихъ волосковъ, то листъ 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. *Hedysarum (Desmodium) gyrans*: расположение 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, лишенная 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 листъ насѣкомыхъ, за дѣвшими 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 листѣ желѣзкамъ. Какъ только листъ мухоловки плотно закрылся, поймавъ насѣкомое, желѣзки листа, дотолѣ бездѣятельныя, начинаютъ функционировать 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 сокѣ, какъ въ желудкѣ животнаго, перевариваются пойманныя насѣкомыя. Затѣмъ, когда пищевареніе кончено, сокъ всасывается листомъ, листъ 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 растение 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 сочленовной подушечкой, образованной живыми паренхиматическими сильно тургоресцирующими клѣтками, а сбоку главнаго черешка помѣщаются два очень маленькихъ листочка, тоже сочлененныхъ съ черешкомъ такими же маленькими сочленовными подушечками. Растеніе это нерѣдко культивируется въ ботаническихъ садахъ; если въ оранжереѣ тепло и влажно, т. е., если условія вполне

на воздухѣ и имѣющихъ возможность заниматься своей оригинальной охотой. Такія мухоловки, лишенная 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 листъ насѣкомыхъ, за дѣвшими 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 листѣ желѣзкамъ. Какъ только листъ мухоловки плотно закрылся, поймавъ насѣкомое, желѣзки листа, дотолѣ бездѣятельныя, начинаютъ функционировать 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 сокѣ, какъ въ желудкѣ животнаго, перевариваются пойманныя насѣкомыя. Затѣмъ, когда пищевареніе кончено, сокъ всасывается листомъ, листъ 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.

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

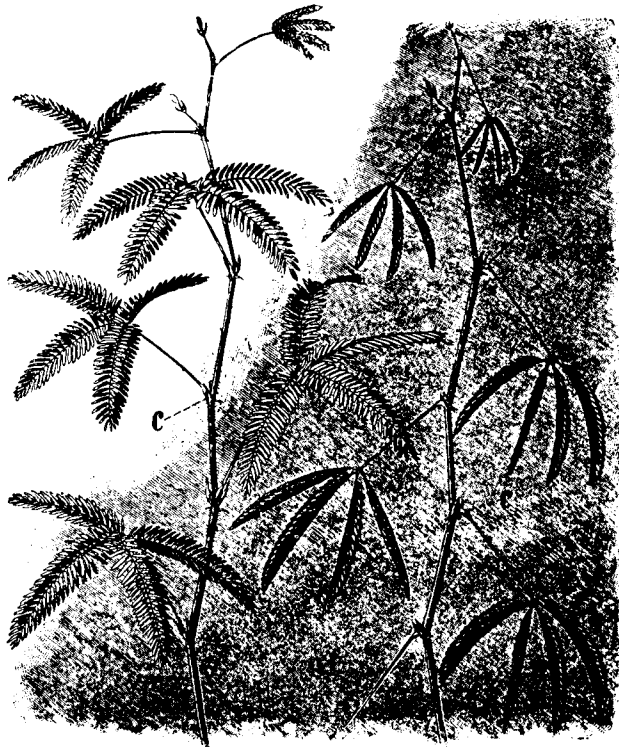


Рис. 110. Стыдливая мимоза (*Mimosa pudica*). Справа листья всѣ сложены и опущены подъ вліяніемъ затѣненія или механическаго раздраженія, прикосновенія. Слева листья въ расправленномъ и приподнятомъ состояніи. С — сочлененія главныхъ черешковъ съ стеблемъ.

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 *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

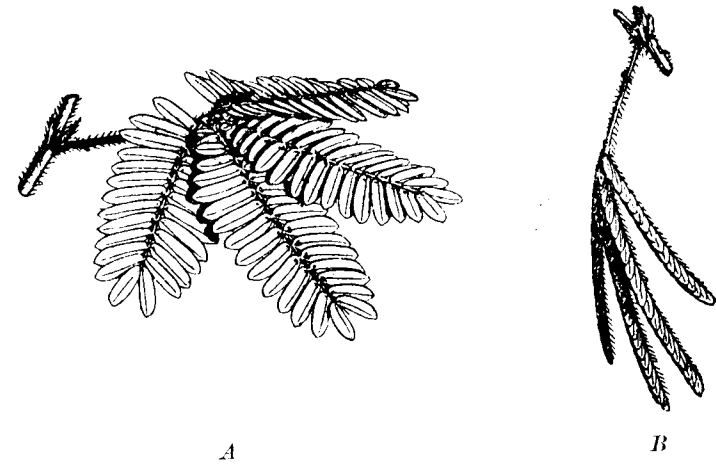


Рис. 111. Листъ стыдливой мимозы (*Mimosa pudica*) въ состояніи покоя (А) и послѣ раздраженія (В).

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 растение, потревоженное сильнымъ, напримеръ, сотрясеніемъ, какъ бы съеживается, складывается и пріобрѣтаетъ весьма жалкій видъ (см. рис. 110). Такое же складываніе листьевъ мимозы, безъ всякаго механическаго раздраженія, происходитъ ежедневно вечеромъ, и растение 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 протекаютъ 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 растение 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 значитъ, что раздраженіе дошло уже до сочленовной подушки, сочленяющей главный черешокъ со стеблемъ (С), и вслѣдствіе этого понизился тургоръ живыхъ клѣтокъ сочленовной 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 бѣльшаго 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 дѣйствію 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 растетъ въ лѣсахъ, складываніе ея листочковъ на ночь имѣетъ предохранительное значеніе отъ ночного лучеиспусканія, а складываніе листочковъ днемъ отъ механическихъ прикосновеній помогаетъ мимозѣ спастись, напримѣръ, 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 сильныя проливныя дожди, крупныя капли которыхъ могли бы повредить нѣжной листьѣ мимозы. Но при первыхъ же дождевыхъ капляхъ листья мимозы отъ механическаго прикосновенія складываются, и дождевыя капли стекаютъ съ нихъ, не производя такихъ механическихъ поврежденій, которыя могли бы получиться, если бы листья мимозы оставались не сложенными.

Лекція десятая.

Движенія высшихъ растений. Общія явленія движенія, свойственныя высшимъ растениямъ.

Описанные на прошлой лекціи примѣры представляютъ не единственные исключительные случаи воспріятія раздраженій (чувствованія растений) 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 растениямъ. Всѣ растенія чувствуютъ, воспринимаютъ различныя раздраженія; сила свѣта, сила земного притяженія, гальванической токъ, электричество, химическіе растворы и т. д., и т. д., все это воспринимается живыми растениями, живыми ихъ органами, какъ раздражители, все это передается другимъ органамъ, и въ результатѣ являются различныя цѣлесообразныя движенія растений. Воспринимать раздраженія могутъ лишь части растений, 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 подѣ влияніемъ 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-

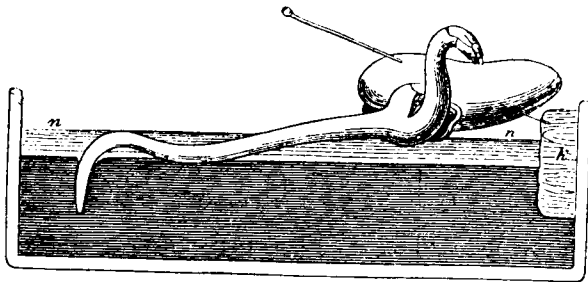


Рис. 112. Корешокъ проростка бобовъ, вращающій подѣ влияніемъ геотропизма въ ртути и преодолевающій значительное при этомъ сопротивленіе (силы тяжести ртути).

реннихъ, намъ еще неизвѣстныхъ причинъ, и такія движенія называются **самопроизвольными** или **нутаціонными движеніями**. **Паратоническія** движенія производятся всѣми растеніями подѣ влияніемъ, на примѣръ, солнечныхъ лучей — это называется **гелиотропизмомъ**, подѣ влияніемъ силы тяжести — это будетъ **геотропизмъ**, подѣ влияніемъ влажности — **гидротропизмъ**, подѣ влияніемъ измѣненія температуры — **термотропизмъ**, подѣ влияніемъ механическаго раздраженія отъ прикосновенія и т. д. Паратоническія движенія могутъ быть и ростовыя, и тургоровыя. Каждому изъ васъ извѣстно, что корень растенія растетъ подѣ влияніемъ 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 вверхъ (см. рис. 112); тотъ и другой органъ произведутъ соотвѣтствующіе геотропическіе изгибы. При этомъ корень растетъ внизъ съ значительной силой, преодолевая, на примѣръ, сопротивленіе 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, 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 Нѣмецу это воспринимающее силу тяжести значеніе верхушки корня объясняется слѣдующимъ образомъ: въ самой верхушкѣ корня имѣются клѣтки, обильно напол-

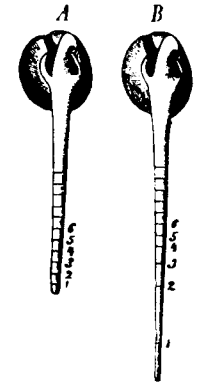


Рис. 113. Распределеніе роста въ корешкѣ гороха.

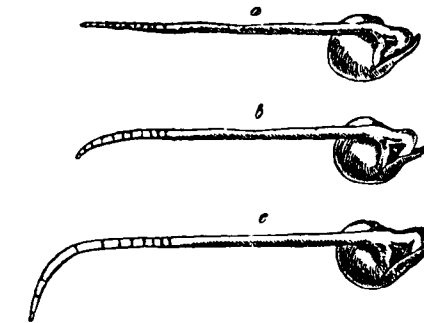


Рис. 114. Геотропическій изгибъ горизонтально положеннаго корешка гороха, раздѣленнаго при вершинѣ черточками туши на первоначально равныя дѣленія.

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 Нѣмецу это воспринимающее силу тяжести значеніе верхушки корня объясняется слѣдующимъ образомъ: въ самой верхушкѣ корня имѣются клѣтки, обильно напол-

ненныя 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. Раздраженія эти черезъ сосѣднія клѣтки передаются въ тѣ клѣтки, которыя усиленно растутъ, и въ результатъ получается временно неравномерный ростъ клѣтокъ и тканей. Верхняя часть горизонтально лежащаго корня растетъ тогда быстрѣе нижней, вслѣдствіе чего и получается на нѣкоторомъ разстояніи отъ верхушки корня характерный геотропическій изгибъ, и корень возвращается въ свое первоначальное положеніе, растетъ вертикально внизъ.

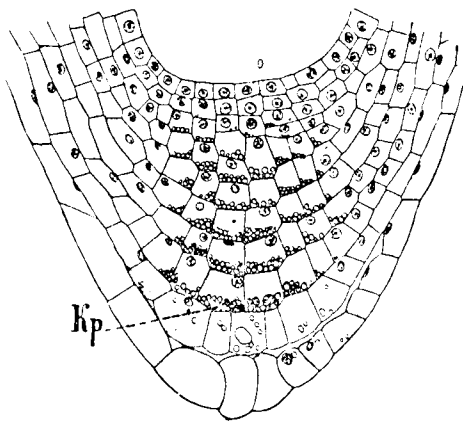


Рис. 115. Продольный разрѣзъ черезъ кончикъ корня. *Кр* — зернышки крахмала на нижнихъ стѣнкахъ клѣтокъ.

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-

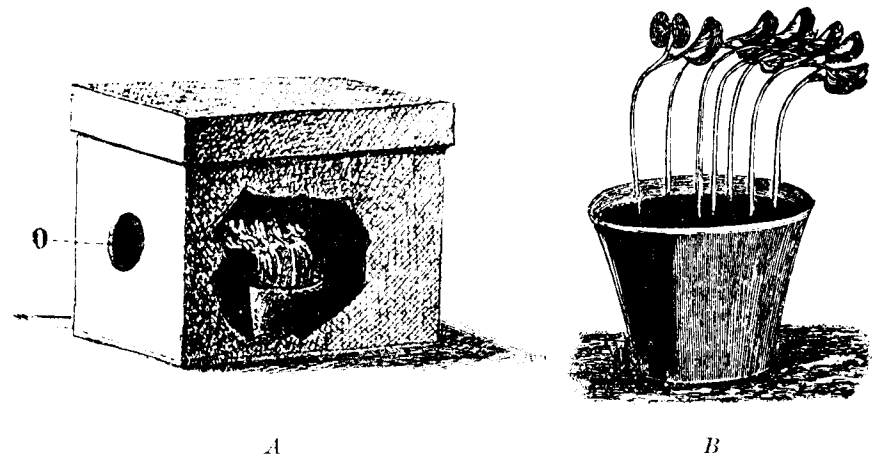


Рис. 116. *A* — темная камера для демонстраціи геліотропическихъ изгибовъ проростковъ; она сдѣлана изъ картона и внутри оклеена черной бумагой. *O* — отверстіе, черезъ которое падаетъ солнечный свѣтъ въ камеру на молодые проростки. Передняя стѣнка выломана, чтобы показать на рисункѣ направленіе геліотропическихъ изгибовъ проростковъ. *B* — проростки сѣмянъ канусты, образовавшіе геліотропическіе изгибы въ такой темной камерѣ.

тересно при этомъ, что у многихъ растений пластинка листа и черешокъ относятся различно къ свѣту; напримѣръ, у бегоніи необходимо, чтобы свѣтъ падалъ на листовую пластинку, дабы листъ пріобрѣлъ надлежащее положеніе. Листовая пластинка бегоніи воспринимаетъ свѣтотворныя 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 произведетъ никакихъ движеній, чтобы повернуть листъ, хотя бы

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

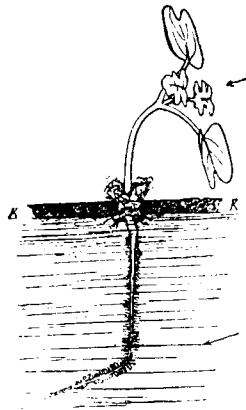


Рис. 117. Положительный гелиотропическій изгибъ стебля проростка горчицы и отрицательный гелиотропическій изгибъ его корня. Стрѣлки указываютъ направленіе лучей свѣта, падающихъ на стебель и корень проростка.

Но у нѣкоторыхъ растений оказывается чувствительнымъ къ свѣту и черешокъ, не только пластинка листа, и тогда такой черешокъ движениями 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 кожей, **эпидермой**, состоящей изъ живыхъ клѣтокъ, плотно прилегающихъ другъ къ другу. Между такими клѣтками у нѣко-

торыхъ растений, на примѣръ 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 листь свѣтовые лучи, ярко освѣщаютъ тотъ или иной участокъ живой протоплазмы; предпо-

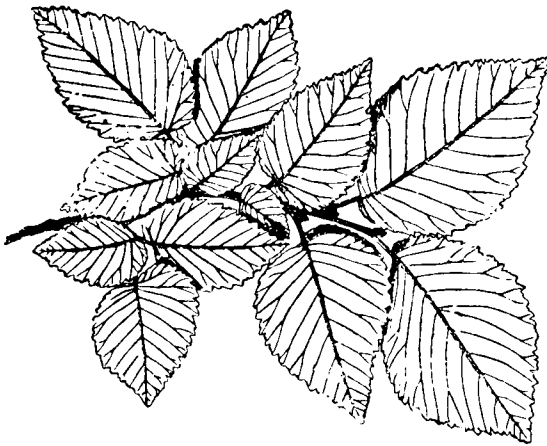


Рис. 118. Вѣтка вяза (*Ulmus*) съ листовой мозаикой. Листья всѣ расположены наиболее выгоднымъ образомъ по отношенію къ падающимъ на нихъ лучамъ свѣта.

лагаютъ, 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 движения черешка, а вмѣстѣ съ нимъ и всего листа, ставя его въ определенное положеніе къ падающему на него свѣту.

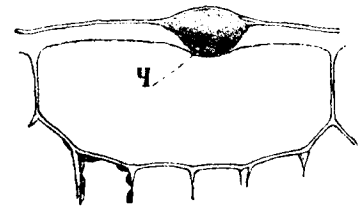


Рис. 119. Клѣтка кожицы колокольчика (*Campanula*): Ч — прозрачная чечевичка.

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

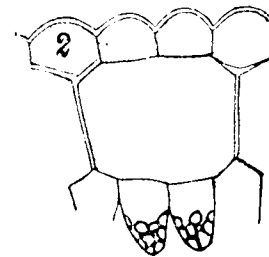
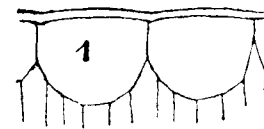


Рис. 120. Клѣтки кожицы, воспримчивыя къ свѣту.

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 листь 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 на нижней сторонѣ клѣтки при освѣщеніи получается такое же свѣтлое пятно, какъ и въ клѣткахъ колокольчика съ чечевицеобразными утолщеніями, но менѣе рѣзкое.

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

образомъ ставятъ листья въ наиболее 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*): А — въ дневномъ, В — 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 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



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

Такъ замѣчено, что корни изъ сухихъ частей почвы направляются, подъ

вліяніемъ гидротропизма, къ болѣе влажнымъ, причеиъ 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 горшокъ положимъ слоями песокъ и перегнойную почву, то корни особенно обильно разовьются въ послѣдней и очень слабо въ песокъ. Однимъ словомъ, и

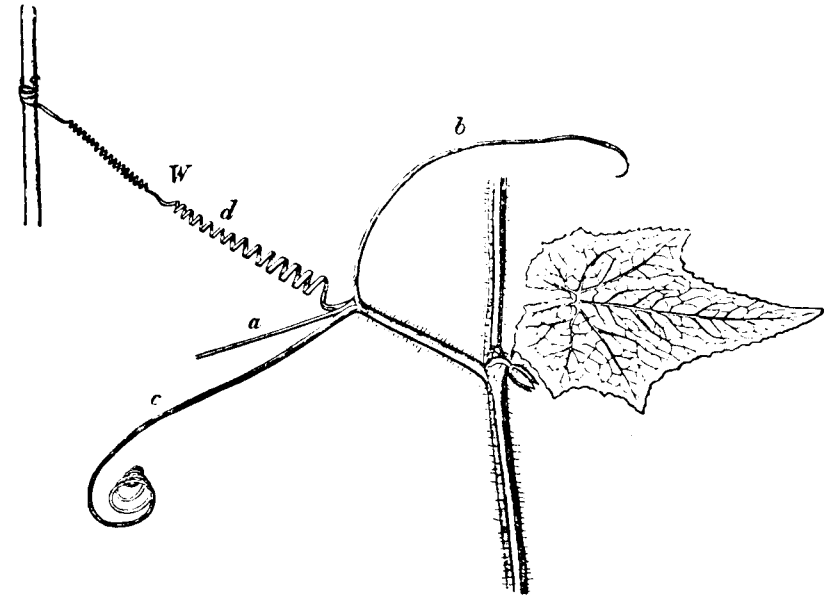


Рис. 123. Побѣгъ *Sicyos angulatus* съ усикомъ: а, b, с, d — развѣтвленія усика; W — мѣсто перехода одной спирали усика въ другую.

высшія растения, 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 направленію дѣйствующаго раздраженія, и **отрицательными**, если совершаются въ противоположномъ направленіи.

Но высшимъ растениямъ свойственны не только движенія паратоническія, вызванныя. Высшія растения 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 замѣтнѣе 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,

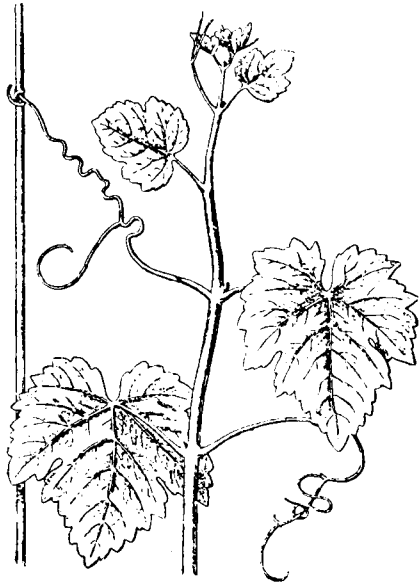


Рис. 124. Вѣтвь винограда съ вѣточками, измѣненными (метаморфозировавшимися) въ усики.

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 большей скоростью и явственно замѣтны. Таковы, напримѣръ, нутаціи стеблей вьющихся растений (см. рис. 125), описанныя выше тургоровыя нутаціонныя движенія листьевъ *Hedysarum gyrans*, у котораго нутація мелкихъ боковыхъ листьевъ при благоприятныхъ 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, нутуютъ только въ темнотѣ. Срединный листочекъ краснаго клевера (*Trifolium pratense*) совершаетъ въ темнотѣ свои качанія черезъ каждыя 2—4 часа, описывая часто дугу больше, 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 растений, 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 при вѣтливо 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 вращаются 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

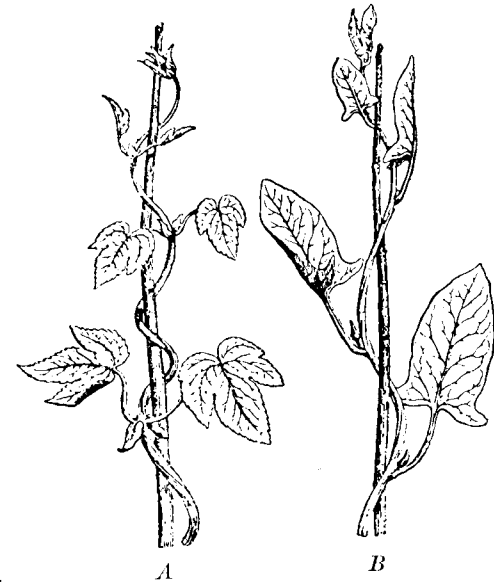


Рис. 125. Вьющіеся стебли: А — хмель (*Humulus Lupulus*), вьется вправо, В — вьюнка (*Convolvulus arvensis*), вьется влѣво.

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 растения, причемъ ихъ верхушки растутъ не по прямой линіи,

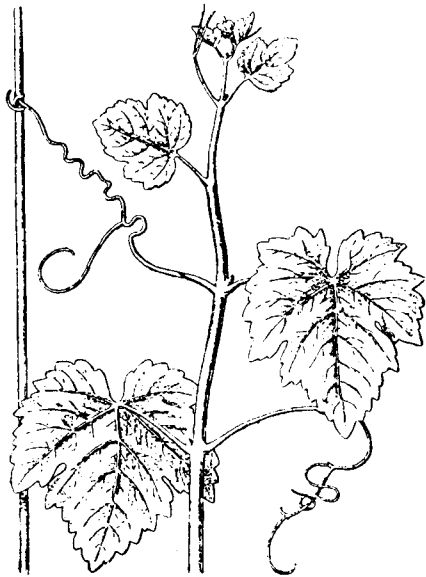


Рис. 124. Вѣтвь винограда съ вѣточками, измѣненными (метаморфозировавшимися) въ усики.

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 бѣльшей скоростью и явственно замѣтны. Таковы, напримѣръ, нутаціи стеблей вьющихся растений (см. рис. 125), описанныя выше тургоровыя нутаціонныя движенія листьевъ *Hedysarum gyrans*, у котораго нутація мелкихъ боковыхъ листьевъ при благоприятныхъ 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 больше, 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 растений, 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 растений 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 вращаются 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 растений подъ землею. Гуляя въ такомъ саду, мы не сказали бы, что растения 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 растения на самомъ дѣлѣ. И чтобы проникнуться этимъ, намъ не надо мысленно въ сто разъ

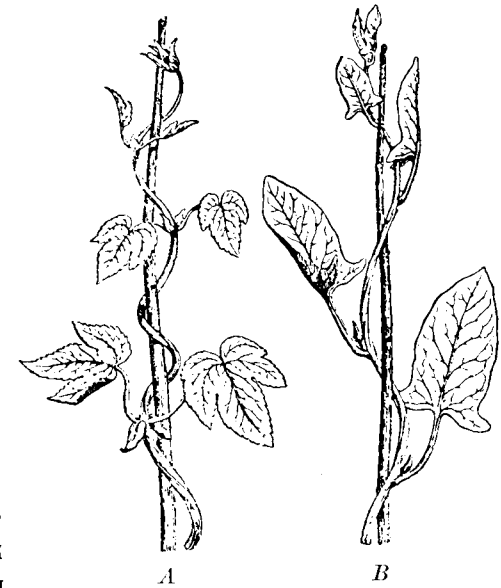


Рис. 125. Вьющіеся стебли: А — хмель (*Humulus Lupulus*), вьется вправо, В — вьюнка (*Convolvulus arvensis*), вьется влѣво.

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 растений, и изъ области растений 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 растений, 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 растений намъ надо подробнѣе изучить строеніе растительной клѣтки и не забывать, что растительная клѣтка построена совершенно такъ же, какъ и клѣтка животная.

Часть третья.

Растительная клѣтка 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 восстанавливающихся. Вотъ почему въ цитоплазмѣ, кромѣ бѣлковыхъ соединеній, при химическихъ изслѣдованіяхъ обнаруживаются и продукты разложенія бѣлковыхъ соединеній, на примѣръ, различные амиды — аспрагинъ, 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

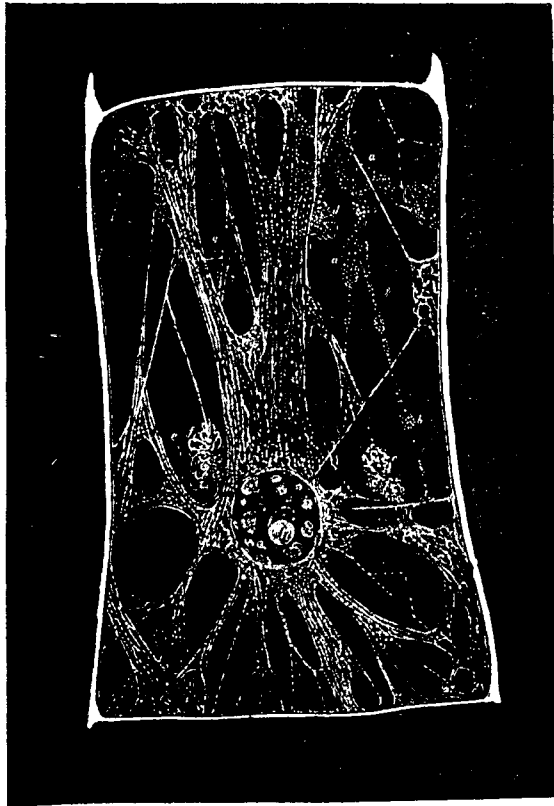


Рис. 126. Клѣтка изъ волоска тыквы.

только при температурѣ 75°. При этомъ цитоплазма теряет 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 прилегаетъ 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,

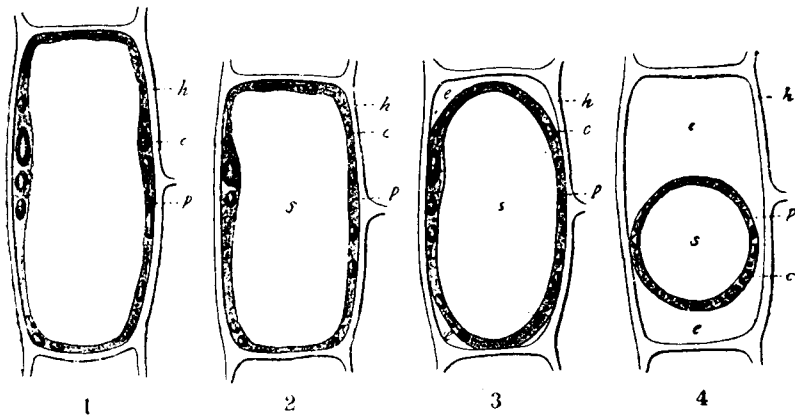


Рис. 127. Пласмолизъ растительной клѣтки. 1 — тургоресцирующая клѣтка; 2 — начало пласмолиза, выражающееся въ уменьшеніи тургорнаго растяженія клѣточной оболочки, вслѣдствіе чего уменьшился объемъ клѣтки; 3 — дальнѣйшая стадія пласмолиза: цитоплазма отдѣляется отъ оболочки; 4 — пласмолизованная клѣтка: 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 клѣткахъ 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 (микросомами) 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 сѣтчатое строеніе, т. е. состоитъ изъ сѣти болѣе плотнаго бѣлковаго вещества, среди переплетающихся петель которой имѣется другое или другія азотистыя соединения, болѣе жидкія. По мнѣнію другихъ ученыхъ строеніе плазмы не сѣтчатое, 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 сѣтчатое 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

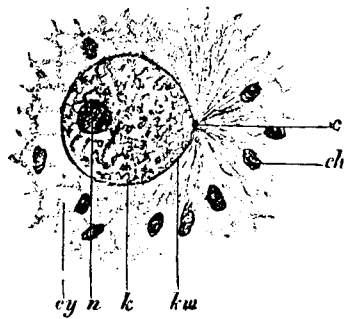


Рис. 128. Клѣточное ядро съ непосредственно его окружающею частью цитоплазмы (*cy*) изъ клѣтки прорастающаго растеньица бурой морской водоросли — *Fucus serratus*: *k* — клѣточное ядро, *kn* — ядерная оболочка, *n* — ядрышко, *c* — центрозома, *ch* — хроматифоры; увелич. около 1000 разъ.

бѣлковаго вещества. Ни нитей, ни сплошныхъ стѣнокъ болѣе плотнаго вещества въ цитоплазмѣ нѣтъ, но имѣются лишь отдѣльныя гранулы, совокупность которыхъ и производитъ впечатлѣнiе, что плазма имѣетъ 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 строение. А потому отъ искусственнаго полученiя въ химической лабораторiи путемъ синтеза бѣлковаго соединенiя до полученiя искусственнымъ же путемъ живой плазмы — дистанцiя огромнаго размѣра. Не достаточно умѣть синтезировать бѣлки для полученiя 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 строение живой плазмы, которое лабораторнымъ путемъ получить невозможно.

Въ настоящее время существуютъ въ литературѣ взгляды, старающiеся примирить различныя теорiи внутренняго строения 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, *kr*). При этомъ полагаютъ, что альвеолярная плазма участвуетъ главнымъ образомъ въ процессахъ питанiя клѣтки, а нитчатая плазма въ процессахъ развитiя. Первую называютъ поэтому **трофоплазмой**, а послѣднюю **киноплазмой** или **архиплазмой**. Вакуоли клѣтки, согласно этимъ воззрѣнiямъ, происходятъ изъ увеличивающихся и округляющихся ячеекъ альвеолярной плазмы, которыя сливаются между собою, и такимъ образомъ образуются болѣе крупныя сокомѣстилища, 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 происхождение какъ клѣточныхъ ядеръ, такъ и ядерныхъ организмовъ изъ безъядерныхъ. Напримѣръ, считали, что амѣбы произошли изъ протамѣбъ путемъ дифференцировки однородной плазмы протамѣбъ и уплотненiя ея внутренней части — ядра. Детальное изслѣдованiе 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 определенное 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 убѣдительною показали, что новыя ядра происхо-

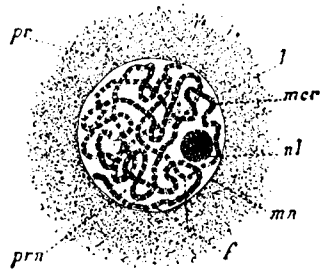


Рис. 129. Строеніе клѣточного ядра: *pr* — цитоплазма клѣтки, окружающая ядро, *mn* — ядерная оболочка, *prn* — ядерный сокъ, *f* — ядерная нить, *mcr* — ядерныя микросомы въ нити, *l* — ахроматинные участки нити, *nl* — ядрышко.

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, метиловою зеленою — въ зеленый цвѣтъ, лиловымъ анилиномъ, гематоксилиномъ — въ лиловый цвѣтъ, синимъ анилиномъ — въ синій, нигрозиномъ, осміевою кислотою — въ черный цвѣтъ. При этомъ окрашивается не

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 физиологическія процессы, въ клѣткѣ происходящіе.

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

все ядро цѣликомъ, а лишь его нуклеинъ или хроматинъ, который, на подобіе четокъ, маленькими зернышками (см. рис. 129, *mcr*) 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 клѣтка живетъ, въ ней ни на минуту не останавливается это постоянное измѣненіе ея бѣлковыхъ соединеній.

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

Клѣточное ядро является существеннѣйшей частью живого содержимаго клѣтки. Обуславливая цѣлый рядъ процессовъ, происходящихъ внутри клѣтки,

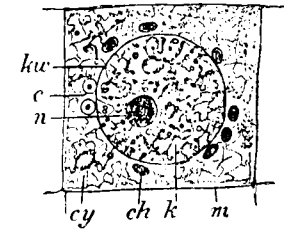


Рис. 130. Эмбриональная клѣтка изъ вегетативной верхушки сѣменного растения: *k* — ядро, *kw* — оболочка ядра, *n* — ядрышко, *c* — центрозома, *cy* — цитоплазма, *ch* — хроматофоры, *m* — клѣточная оболочка; увелич. около 1000 разъ.

клеточное ядро принимает въ особенности важное участие при размноженіи клетки путемъ дѣленія, и, предшествуя дѣленію клетки, предварительно само дѣлится пополамъ, причемъ каждая половинка его отходитъ во вновь образующуюся дочернюю клетку. 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 клеткахъ происходитъ такъ называемое **непрямое, косвенное дѣленіе** ядра или, иначе говоря, **митозъ** или **кариокинезъ**. Митозъ протекаетъ весьма сложно, но эта сложность процесса необходима, ибо только такимъ путемъ нуклеинъ материнскаго ядра, разсматриваемый современными учеными, какъ очагъ наследственныхъ свойствъ клетки и всего организма, можетъ совершенно равномерно распредѣлиться между двумя производными дочерними клетками и передать вновь образовавшимся клеткамъ всѣ наследственные свойства клетки 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 каждаго 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** каждаго ядернаго сегмента на два (см. фиг. 6), такъ что каждая половинка рас-

щепившагося вдоль ядернаго сегмента получаетъ поровну наследственную массу. Послѣ 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

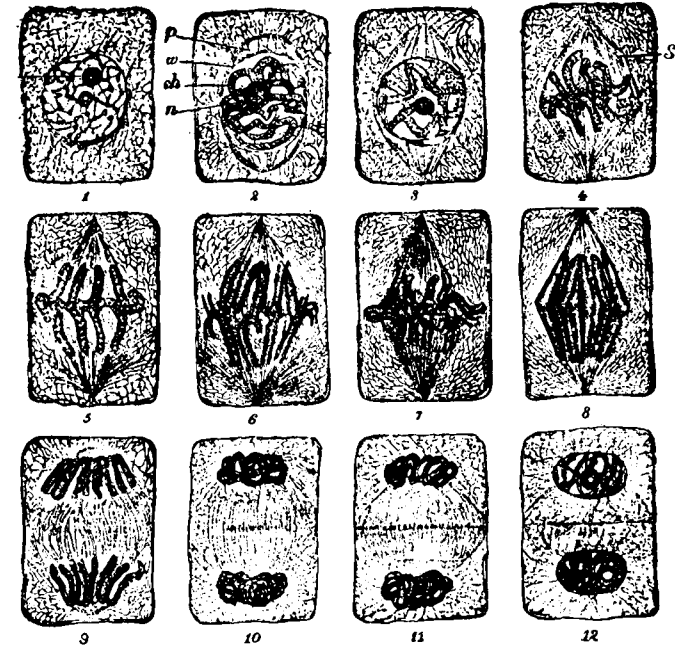


Рис. 131. Послѣдовательныя стадіи каріокинеза (непрямого дѣленія клетки): *n* — ядрышко, *ch* — хромозомы, *n* — ядерная оболочка, *p* — образование ядернаго веретена на полюсахъ ядра, *s* — нити ядернаго веретена.

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 **филярная плазма** или **киноплазма**) и окружаютъ ее волокнистымъ слоемъ, образующимъ на каждомъ полюсѣ дѣлящагося ядра полярному снопику, состоящему 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 удлинняются

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

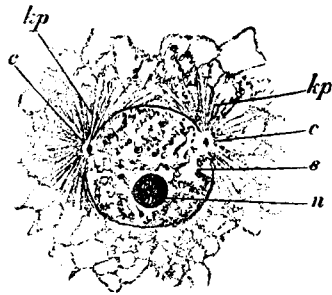


Рис. 132. Подготавливающееся къ дѣлению клеточное ядро изъ проросшаго растеньица бурой водоросли — *Fucus serratus*: двѣ центрозома (*c*), происшедшія отъ дѣленія одной материнской центрозома, уже значительно отошли другъ отъ друга, *kp* — филилярная плазма, *s* — хромозомы, *n* — ядрышко; увелич. 1000 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 клеткахъ при покоящемся ядрѣ существовали центрозома, то онѣ во время каріокинетического 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 центрозома.

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

Кромѣ цитоплазмы, ядра и центрозома, въ растительныхъ клеткахъ 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 роста 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 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 образованій себѣ подобныхъ путемъ дѣленія, причѣмъ 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.



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

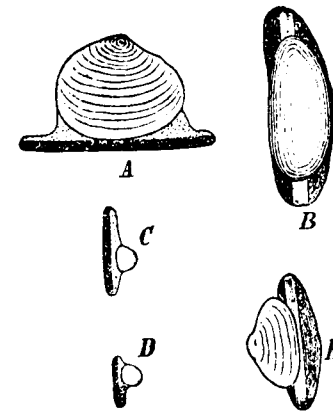


Рис. 134. Лейкопласты изъ подземнаго клубня *Phajus grandifolius*: *A*, *C*, *D* и *E* — если смотреть на нихъ сбоку, а *B* — сверху; *E* — уже слегка зеленватый переходную форму къ хлоропласту. Увелич. 540 разъ.

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

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

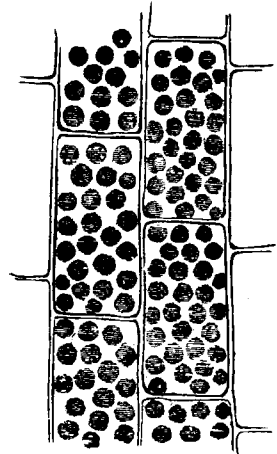


Рис. 135. Расположеніе хлорофильныхъ зеренъ въ клѣткахъ листа мха на разсѣянномъ свѣтѣ.

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 стѣнкоположномъ 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

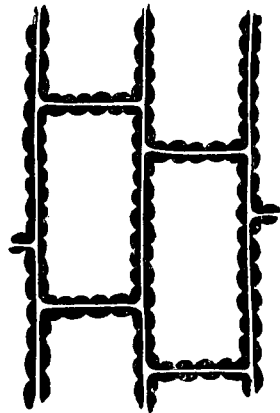


Рис. 136. Расположеніе хлорофильныхъ зеренъ въ клѣткахъ листа въ темнотѣ.

ксантофиллъ. Эти то пигменты и придаютъ зеленый цвѣтъ какъ самимъ хлорофильнымъ зернамъ или хлоропластамъ, такъ при ихъ посредствѣ и всему растительному царству.

Вырабатываемые хлоропластами зеленые и желтые пигменты, въ особенности первые, играютъ очень важную роль въ жизни не только растений, но и всей нашей планеты. Объ этомъ вы узнаете подробнѣе впоследствии, теперь я укажу только на то, что, по изслѣдованіямъ Мархлевскаго и Ненцкаго, оказалось, что хлорофиллъ, вырабатываемый растительными хлоропластами, не смотря на зеленую свою окраску, имѣетъ близкое химическое родство съ гемоглобиномъ красныхъ кровяныхъ шариковъ животныхъ, а гемоглобинъ въ жизни животныхъ играетъ, пожалуй, столь же важную роль, какъ хлорофиллъ въ жизни растений.

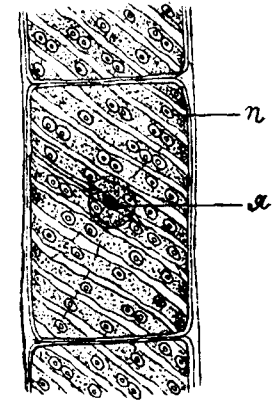


Рис. 137. Клѣтка нитчатой водоросли *Spirogyra crassa* съ спирально завернутыми лентовидными хлоропластами: *я* — ядро; *п* — пиреноидъ.

Большинство хлоропластовъ вырабатываютъ упомянутые зеленые и желтые пигменты, но у нѣкоторыхъ растений, кромѣ этихъ пигментовъ, въ хлоропластахъ вырабатываются и другіе красящіе пигменты, красный—**фикоэритринъ**, напимѣръ, у красныхъ морскихъ водорослей, бурый — **фикофеинъ**, у бурыхъ морскихъ водорослей или у нѣкоторыхъ орхидей, синий — **фикоціанъ**, у синезеленыхъ водорослей. Эти пигменты настолько замаскировываютъ нормальные зеленые и желтые пигменты, вырабатываемые хлоропластами, что и хлоропласты, и сами органы и растения ихъ получаютъ соответствующую иную окраску. Однако изслѣдованія показали, что и у такихъ красныхъ, бурыхъ, синихъ водорослей въ хлоропластахъ главнымъ образомъ имѣется хлорофиллъ и другіе зеленые

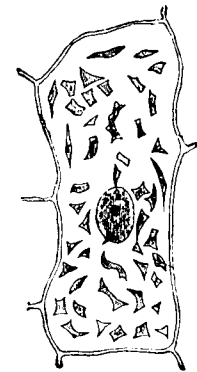


Рис. 138. Растительная клѣтка изъ желтаго чашелистика канунина (*Tropaeolum majus*) съ желтыми хроматофорами; увел. 540 р.

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).

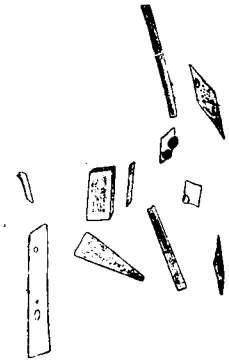


Рис. 139. Цвѣтныя тѣльца моркови (хроматофоры), частью съ крахмальными включеніями; увелич. 540 разъ.

Желтая и красная окраска листьевъ осенью обуславливается тѣмъ, что клѣтки такихъ опадающихъ листьевъ б. и. м. поражаются, 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 составляютъ 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 ингредиентов клѣтки, результатами обмѣна вещества и энергіи въ живыхъ составныхъ частяхъ клѣтки.

Одними изъ наиболѣе обыкновенныхъ мертвыхъ включеній клѣтки являются такъ называемыя **крахмальные зерна** (см. рис. 140, 141). Химическій составъ крахмального 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). Углеводъ извѣстно въ

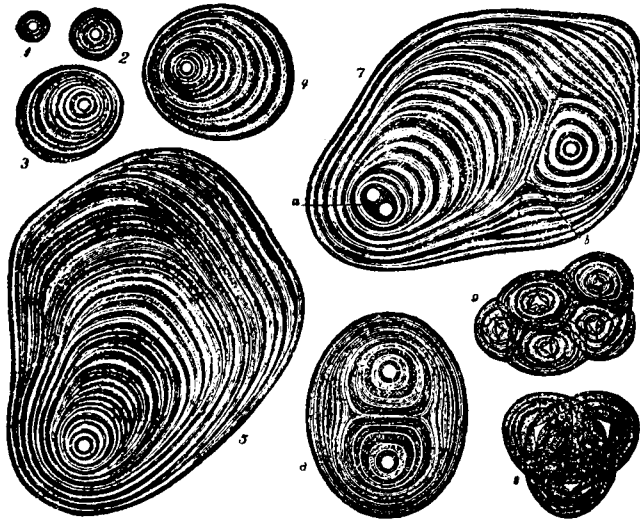


Рис. 140. Крахмальные зерна: 1—5 — послѣдовательныя стадіи роста зерна изъ картофельнаго клубня; 6—7 — полусложныя зерна; 8—9 — сложныя зерна.

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). Крахмальные 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 группирующейя вокругъ опредѣленнаго органическаго центра; тогда говорятъ, что такое **крахмальное зерно концентрическое** (см. рис. 140, фиг. 1, 2 и рис. 141). Очень часто такія концентричныя зерна бываютъ пронизаны радіальными трещинами, какъ видно на рис. 141. Чаше встрѣчаются однако **крахмальные зерна эксцентричныя** (см. рис. 140, фиг. 3, 4, 5); у нихъ центръ наслоенія 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. **Простыя зерна** имѣютъ одинъ центръ наслоенія (см. рис. 140, фиг. 1—5 и рис. 141). **Сложныя крахмальные зерна** имѣютъ нѣсколько, иногда очень много центровъ наслоенія, 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). На-

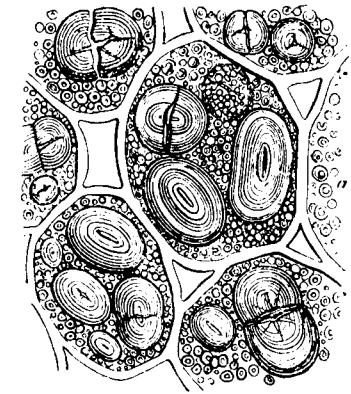


Рис. 141. Концентрическія крахмальные зерна въ клѣткахъ сѣмени фасоли; увелич. 500 разъ.

онецъ, попадаются иногда и **полусложныя зерна**, состоящія изъ двухъ и болѣе слагаемыхъ зеренъ, окруженныхъ общими слоями (см. рис. 140, фиг. 6, 7). Сложныя крахмальные зерна могутъ состоять изъ различнаго 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 клѣткахъ корневищъ *Canna*, гдѣ они достигаютъ величины 0,170 мм. и видны



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

11

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 человека. 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

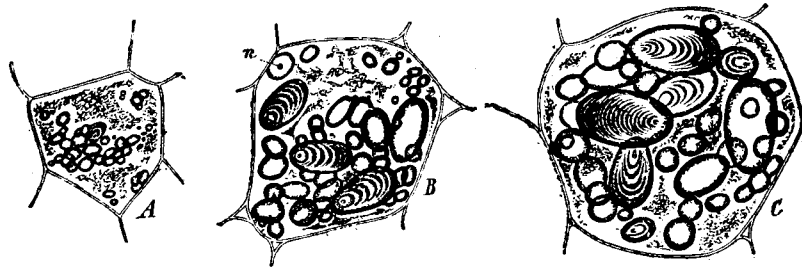


Рис. 143. Развитие крахмальныхъ зеренъ въ клѣткѣ картофельнаго клубня: *A* — клѣтка очень молодого, *C* — взрослого клубня; *n* — клѣточное ядро.

(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 жизнедеятельности 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 іодомъ, отчего крахмальные зерна синѣютъ или чернѣютъ) лишь въ концѣ дня, послѣ же затѣненія или подъ 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 (*A*), очень немного мелкихъ крахмальныхъ зеренъ, въ другихъ же хлорофильныхъ зернахъ, подвергавшихся продолжительному освѣщенію (*B*), крахмальныхъ зеренъ очень много; они крупнѣе, и хлорофильное зерно туго набито крахмальными зернами.

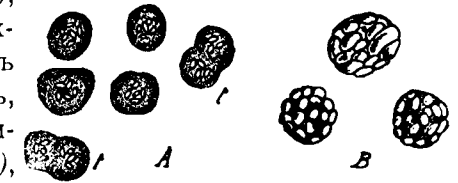


Рис. 144. Образование крахмала въ хлорофильныхъ зернахъ мха: *A* — хлорофильныя зерна съ мелкими зернышками крахмала; *B* — хлорофильныя зерна, туго набитыя крахмаломъ.

Дѣло въ томъ, что ассимилированный 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 клѣткахъ затѣненныхъ, напримѣръ, въ клѣткахъ клубней, луковицъ, корневищъ и другихъ подземныхъ частей растений, или въ клѣткахъ сѣмянъ, сердцевинъ деревьевъ и т. п. Здѣсь запасной крахмалъ скопляется иногда въ огромномъ количествѣ (напримѣръ, подъ осень), въ видѣ очень крупныхъ крахмальныхъ зеренъ, при томъ же такъ туго набивающихся полость клѣтки, что иногда трудно замѣтить въ этой клѣткѣ другія составныя ея части — цитоплазму, ядро и проч. (см. рис. 143, *C*). 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 равномернѣ

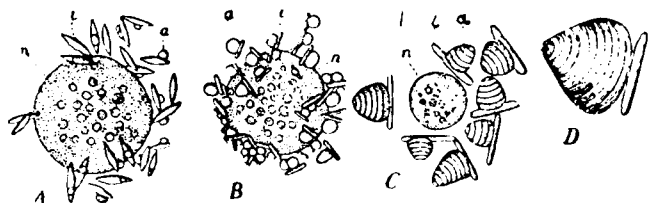


Рис. 145. Лейкопласты (крахмалообразователи) изъ клѣтокъ клубня *Phajus grandifolius*: А — клѣточное ядро (*n*) съ веретеновидными лейкопластами (*l*) и мелкими зернами крахмала (*a*) на нихъ; В — палочковидные лейкопласты (*l*) съ мелкими зернами крахмала (*a*); *n* — клѣточное ядро; С — тѣ же лейкопласты 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 результатѣ получаются 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) обусловливается различной плотностью отдѣльныхъ взаимно чередующихся слоевъ, причѣмъ 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, крахмальные зерна представляютъ образованія кристаллическія; это сферокристаллы или сфериты, состоящіе изъ тонкихъ радіально расположенныхъ кристаллическихъ иголъ, 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, напримеръ, Генри Крэммеръ высказалъ недавно мысль, что крахмальные зерна слагаются изъ двоякаго рода вещества — одного кристаллоидальнаго, другого — коллоидальнаго, и что относительное количество обоихъ мѣняется въ послѣдующихъ другъ за другомъ слояхъ. Несомнѣнно, что крахмальное зерно состоитъ не изъ одного вещества. Большая 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 крахмальные зерна, кромѣ амилоида, содержатъ въ себѣ въ болѣемъ или меньшемъ количествѣ еще амилодекстринъ, а у нѣкоторыхъ растений, напримеръ, у особой разновидности риса — *Oryza sativa* var. *glutinosa* и сорго — *Sorghum vulgare* var. *glutinosa*, крахмальные зерна по преимуществу состоятъ изъ амилодекстрина; эти зерна окрашиваются растворомъ іода въ винно-красный цвѣтъ, тогда какъ обычно крахмальные зерна отъ іода окрашиваются въ синій или голубой цвѣтъ. При температурѣ въ 60°—70° Ц. крахмальные зерна разбухаютъ въ водѣ, такъ какъ болѣе легко растворимый амилоидъ превращается при этихъ условіяхъ въ тягучія капли; совершенно растворяются въ водѣ крахмальные зерна лишь при температурѣ въ 138° Ц. Что крахмальные 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 клеточнымъ сокомъ. Когда доказана была самостоятельность клеточнаго ядра и пластидъ, то нѣкоторые ученые стали и на вакуоли смотрѣть, какъ на самостоятельные ингредиенты клетки, и даже думали было, что вакуоли размножаются путемъ дѣленія, какъ и другія живыя составныя части клетки. Однако, болѣе тщательное изслѣдованіе показало, что въ точкахъ роста, въ молодыхъ клет-

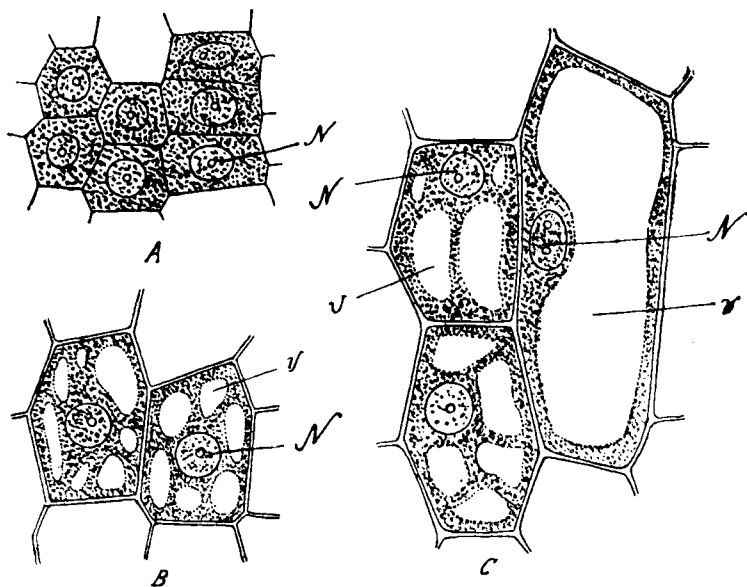


Рис. 146. Возникновеніе вакуолей и клеточнаго сока: *A* — очень молодыя клетки изъ точки роста, еще безъ вакуолей и клеточнаго сока; *B* — болѣе взрослыя клетки съ вакуолями (*v*); *C* — еще болѣе развитыя клетки; въ одной изъ нихъ всѣ вакуоли слились въ одну (*v*) и протоплазма выстилаетъ стѣнку клетки;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

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

щій вакуоли, есть результатъ жизнедѣятельности цитоплазмы клетки; нерѣдко при этомъ клеточный сокъ представляетъ продукты отброса или результатъ, вообще, того обменна вещества, который постоянно происходитъ въ цитоплазмѣ клетки. Какъ крахмалъ есть результатъ жизнедѣятельности пластидъ, такъ содержимое вакуолей есть результатъ жизнедѣятельности цитоплазмы. Вещества, выделяемая при этомъ цитоплазмой, могутъ находиться либо въ растворѣ въ клеточномъ сокѣ, либо выделяться въ концѣ концовъ изъ клеточнаго сока въ видѣ твердыхъ веществъ. Въ растворѣ въ клеточномъ сокѣ могутъ быть различныя какъ органическія, такъ и неорганическія вещества. Изъ органическихъ веществъ часто въ клеточномъ сокѣ въ растворѣ встрѣчаются различныя углеводы, напримѣръ, **инулинъ**, имѣющій тотъ же элементарный составъ, что и крахмалъ, т. е.

$(C_6 H_{10} O_5)_n$, или различныя **сахаристыя вещества**. Инулинъ въ растворѣ безцвѣтенъ, но онъ легко осаждается изъ раствора въ видѣ **сферокристалловъ** (см. рис. 147) дѣйствіемъ крепкаго спирта. Инулина много въ клубняхъ георгины (см. рис. 148) и земляной груши. Изъ сахаристыхъ веществъ въ растительныхъ клеткахъ чаще всего встрѣчаются **виноградный сахаръ** — $C_6 H_{12} O_6$ и **тростниковый сахаръ** —

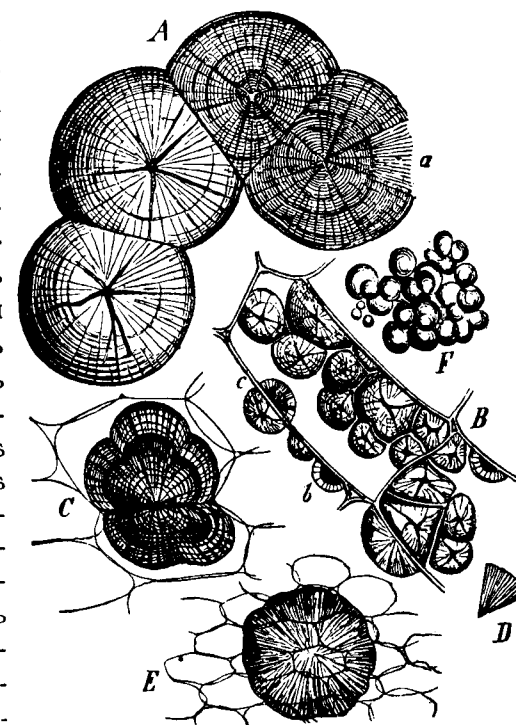


Рис. 147. Сферокристаллы инулина: *A* — при медленномъ осажденіи изъ воднаго раствора; *B* — въ клеткахъ клубней георгины послѣ суточного дѣйствія крепкаго спирта; *C* и *E* — въ кускахъ, долго лежавшихъ въ спиртѣ; увелич. 550 разъ; при *F* — болѣе слабое увеличеніе.

$C_{12}H_{22}O_{11}$. Последний — 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, напримѣръ, на зиму. Ихъ находятъ часто въ подземныхъ органахъ растеній, напримѣръ, въ луковицахъ, корневищахъ, корняхъ, клубняхъ растеній или въ древесинѣ и сердцевинѣ деревьевъ.

Кромѣ углеводовъ, въ клѣточномъ сокѣ часто наблюдаются различныя **органическія кислоты**, напримѣръ, щавелевая, яблочная, винокаменная, 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, напримѣръ, ивы или дуба.

Изъ неорганическихъ веществъ часто встрѣчается въ клѣточномъ сокѣ **селитра**; напримѣръ, 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). Въ первомъ случаѣ клѣтка заключаетъ въ себѣ одинъ всего кристаллъ, разной формы; во второмъ случаѣ кристаллы срастаются между собою въ б. и. м. звѣздчатую массу — друзу. Рафиды имѣютъ видъ иголокъ, собранныхъ въ клѣткѣ въ большомъ количествѣ и расположенныхъ параллельно другъ другу. У однодольныхъ растеній преобладаютъ рафиды, а у двудольныхъ чаще встрѣчаются

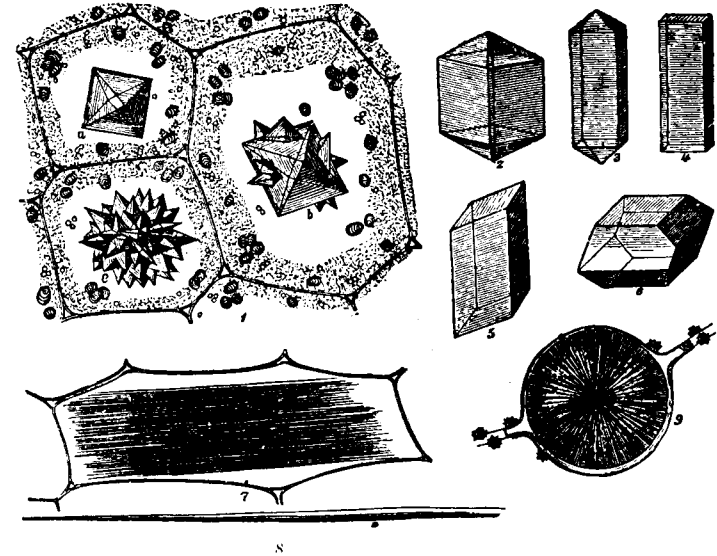


Рис. 149. Кристаллическія отложения щавелевокислой извести: фиг. 1, *a* — одиночный кристаллъ, *b*, *c* — друзы; фиг. 2—6 — одиночные кристаллы; фиг. 7 — клѣтка съ рафидами; фиг. 8 — рафида; фиг. 9 — сферокристаллъ.

друзы или одиночные кристаллы. Легче всего ихъ найти въ клѣткахъ 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 клѣтокъ наблюдаются въ видѣ запасныхъ питательныхъ веществъ и болѣе сложныя азотистыя органическія соединения. Таковы такъ называемыя **алеироновыя** или **протеиновыя зерна**, находимыя въ сѣменахъ многихъ растеній, въ особенности въ маслянистыхъ сѣменахъ. Алейроно-

вые 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*).

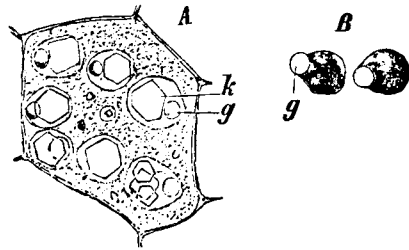


Рис. 150. Алейроновыя зерна: *A* — клетка изъ сѣмени клещевины или касторки (*Ricinus communis*), съ алейроновыми зернами; *B* — отдѣльныя зерна алейрона въ прованскомъ маслѣ; *k* — бѣлковые кристаллы, *g* — глобоидъ; увеличено 540 разъ.

такихъ кристалловъ, въ алейроновомъ зернѣ наблюдаются не рѣдко особые шарики, называемые глобоидами (см. рис. 150, *g*) и состоящие изъ двойной фосфорнокислой соли кальция и магнія въ соединеніи съ органическимъ веществомъ. Иногда въ алейроновыхъ зернахъ наблюдаются также кристаллы щавелевой кислоты извести. 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 глобоидами.

Въ сѣменахъ нашихъ злаковъ, напримѣръ, въ зернахъ пшеницы (*Triticum vulgare*) имѣются весьма мелкія, но многочисленныя алейроновыя зерна, безъ всякихъ включеній (безъ кристалловъ и глобоидовъ), въ наружномъ слое 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 йода, 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

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

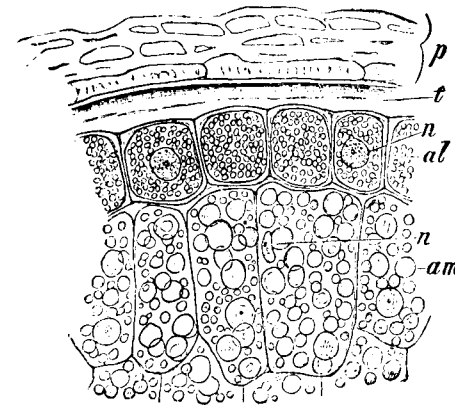


Рис. 151. Наружная часть поперечнаго разрѣза зерна пшеницы (*Triticum vulgare*): *p* — околоплодникъ, *t* — кожура сѣмени. Къ сѣменной кожурѣ примыкаетъ ткань, называемая эндоспермомъ; въ этой ткани находятся алейроновыя зерна (*al*) и зерна крахмала (*am*); *n* — клѣточное ядро; увел. 240 разъ.

ковыхъ вакуоляхъ, но попадаютъ также въ лейкопластахъ (напримѣръ, у *Phajus grandifolius*), непосредственно въ цитоплазмѣ (напримѣръ, въ периферическихъ, бѣдныхъ крахмаломъ клѣткахъ картофельныхъ клубней) и даже въ клѣточномъ ядрѣ (часто въ семействѣ *Serophulariaceae* — норичниковыхъ, и *Oleaceae* — маслиновыхъ). Кристаллы эти, равно и алейроновыя зерна, являются такими же, но азотистыми запасными веществами, какъ крахмалъ и содержимое клѣточного сока.

и представляютъ мертвыя включенія клѣтки, продуктъ жизнедѣтельности различныхъ живыхъ составныхъ частей ея. Что кристаллы эти мертвые продукты клѣтки, 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 крахмальъ окрашивается въ синій цвѣтъ отъ чистаго іода, а целлюлёза обнаруживаетъ ту же реакцію окрашиванія отъ іода съ сѣрной кислотой или отъ хлоръ-цинкь-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 крахмальныя 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 крахмальныя 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 зоогонидии водорослей просто высачиваютъ на поверхности своей клѣточную оболочку, то въ конусахъ наро-



Рис. 152. Последовательныя стадии 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 высихшихъ 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 волоконца 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 вполне 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 целлюлѣзную 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, причѣмъ 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

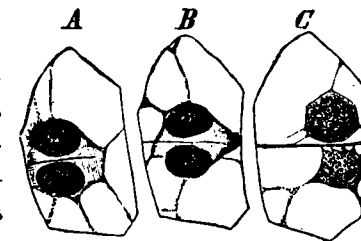


Рис. 153. Три стадіи дѣленія одной и той же клѣтки у *Urpactis palustris*. Передвиженіе клѣточного ядра слѣва направо. Увел. 365 разъ.

не достигнетъ противоположной стѣнки клѣтки и вся клѣтка

не раздѣлится пополамъ новообразовавшейся клѣточной оболочкой. Тутъ еще яснѣ 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

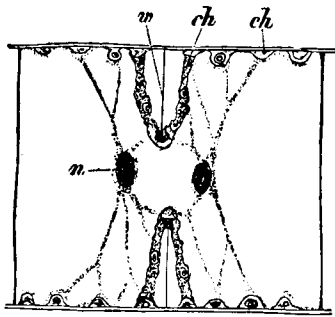


Рис. 154. Клѣтка спиригиры во время дѣленія: *n* — дочернее клѣточное ядро, *w* — наростающая поперечная перегородка, *ch* — лента хлорофилла, отдѣсняемая этой перегородкой внутри клѣтки; увелич. 230 разъ.

появляется сначала въ видѣ 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 впослѣдствіи, 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 результатѣ 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, на примѣръ, 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-

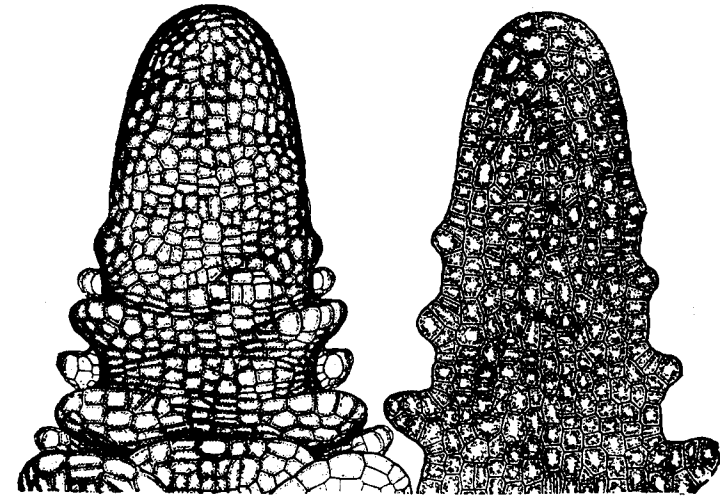


Рис. 155. Конусъ нарастанія стебля водяного растенія (*Elodea*) съ поверхности и въ продольномъ разрѣзѣ. Бугорки представляютъ зачатки возникающихъ будущихъ листьевъ растенія.

нія начинается ростъ клѣтокъ и самого органа въ длину, и этотъ ростъ въ длину клѣтокъ сопровождается соответственнымъ **плоскостнымъ ростомъ** клѣточныхъ оболочекъ. Въ продолженіе такого плоскостнаго 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 новыя слои вещества оболочки. Ростъ оболочки черезъ внѣдреніе вещества называется **интуссусцепціей**, а черезъ наложеніе — ап-

позицій. 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 интуссусцепціи 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-

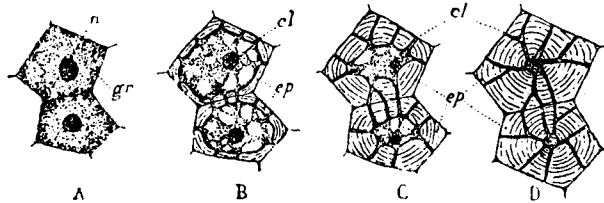


Рис. 156. Разрастаніе клѣтки и утолщеніе оболочки ея съ образованіемъ простыхъ поръ: А — молодыя клѣтки съ тонкими оболочками. В—D — послѣдовательное утолщеніе клѣточныхъ оболочекъ: *n* — клѣточное ядро, *gr* — скопленіе зернистой цитоплазмы, *ep* — слои утолщенія оболочки, *cl* — поры въ видѣ канальцевъ.

лѣе 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 содержимаго, 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 вышихъ 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, на примѣръ, отъ высыханія (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 совнутри 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 *Vitis major*. Полосатость наружныхъ слоевъ утолщенія оболочки выступаетъ въ рѣзче полосатости внутреннихъ слоевъ. На рисунокъ нанесены также и внутреннія границы стѣнки, видима въ оптическомъ разрѣзѣ лишь при соответствено 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, ко-

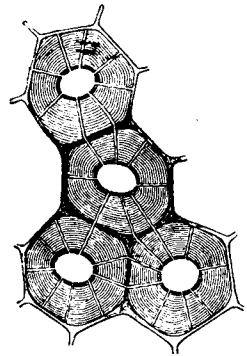


Рис. 158. Поперечный разрѣзъ черезъ утолщенные клѣтки въ сосудисто-волокнистыхъ пучкахъ папоротника — *Scelopendrium*, съ поровыми каналами или продушинами, соединяющими клѣтки другъ съ другомъ, и съ первичными, вторичными и третичными слоями утолщенія.

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. Въ результатъ, въ утолщенной оболочкѣ клѣтки образуются узкіе **поровые каналы** или **продушины**, пронизывающіе толщу клѣточной стѣнки, открывающіеся отверстиями въ полость клѣтки, но затянутае 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, на примѣръ,

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 проекціи, 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). Поперечный же разрѣзъ черезъ окаймленную пору показываетъ намъ, что это широкой поровой каналъ, быстро суживающійся въ обѣ стороны по направленію къ полостямъ сосѣднихъ двухъ клѣтокъ (см. рис. 161, В, С, 162, А). Внѣшній кружокъ есть очертаніе широкой части канала, упирающагося расширенной частью своей въ первичную клѣточную оболочку, 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 толсто-стѣнныхъ паренхимныхъ клѣтокъ, съ простыми и развѣтвленными поровыми каналами или продушинами, изъ мякоти груши.

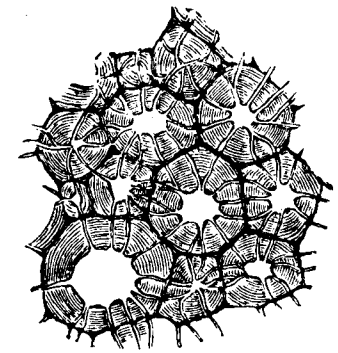


Рис. 160. Окаймленные поры древесныхъ волоконъ сосны.

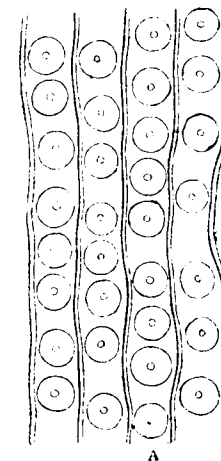


Рис. 160. Окаймленные поры древесныхъ волоконъ сосны.

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). Поперечный же разрѣзъ черезъ окаймленную пору показываетъ намъ, что это широкой поровой каналъ, быстро суживающійся въ обѣ стороны по направленію къ полостямъ сосѣднихъ двухъ клѣтокъ (см. рис. 161, В, С, 162, А). Внѣшній кружокъ есть очертаніе широкой части канала, упирающагося расширенной частью своей въ первичную клѣточную оболочку, 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,

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

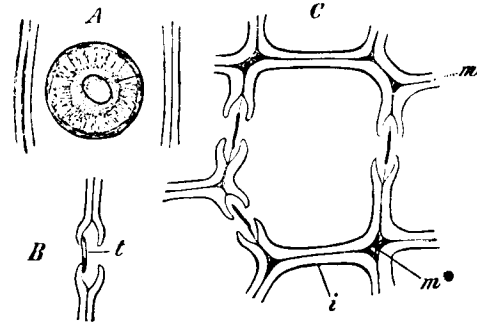


Рис. 161. Окаймленные поры древесныхъ волоконъ сосны (*Pinus silvestris*): *A* — видъ съ поверхности; *B* — окаймленная пора въ тангентальномъ разрѣзѣ, *t* — бляшка или торусъ; *C* — поперечный разрѣзъ волокна, *m* — срединная пластинка, *m** — межклеточное вещество, *i* — третичный или самый внутренний 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, *B*), играя при этомъ роль клапана между двумя клетками, проводящими воду. Особенно часто встрѣчаются такіа окаймленные поры въ клеткахъ древесины хвойныхъ.

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

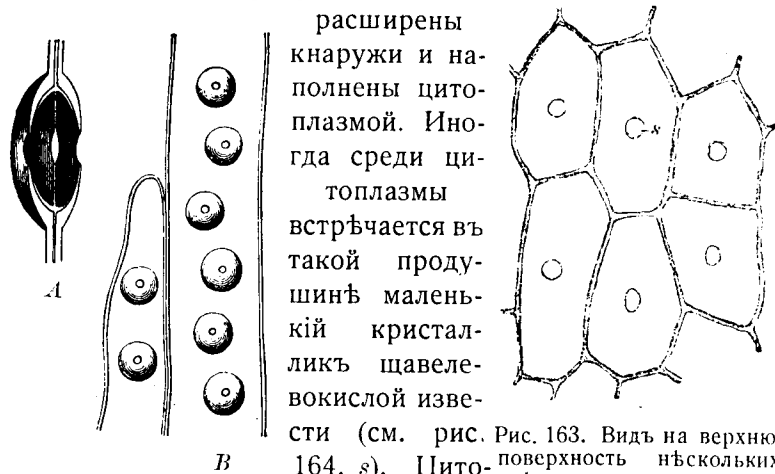


Рис. 162. Окаймленные поры сосны: *A* — продольный разрѣзъ черезъ пору, *B* — видъ съ поверхности.

расширены снаружи и наполнены цитоплазмой. Иногда среди цитоплазмы встрѣчается въ такой продушинѣ маленькой кристалликъ щавелевокислой извести (см. рис. 164, *s*). Цитоплазма въ продушинѣ служитъ для вос-

Рис. 163. Видъ на верхнюю поверхность нѣсколькихъ клетокъ кожицы съ чувствительной стороны усика тыквы (*Cucurbita Pepo*) съ щупальцевыми продушинами (*s*); увелич. 450 разъ.

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

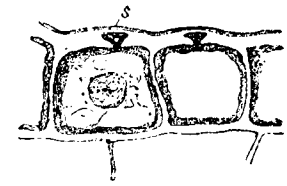


Рис. 164. Поперечный разрѣзъ черезъ чувствительныя эпидермальныя клетки усика тыквы; въ щупальцевой продушинѣ (*s*) находится очень мелкій кристалликъ щавелевокислой извести; увелич. 450 разъ.

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

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

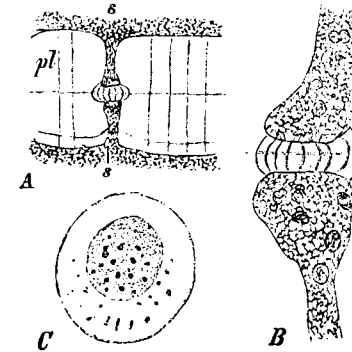


Рис. 165. Плазмодезмы: *A* — часть нѣскольکو разбухшей стѣнки изъ эндосперма слоновой пальмы (*Phytelphas macrocarpa*); при *s* и *s* наполненные цитоплазмой stalkивающіеся продушинные каналы двухъ смежныхъ клетокъ; въ закрывающей ихъ перепонкѣ видны нѣжныя плазмодезмы; кромѣ того видны также и плазмодезмы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

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 тонкостѣнные клѣтки, съ тонкимъ слоемъ стѣноположной 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;

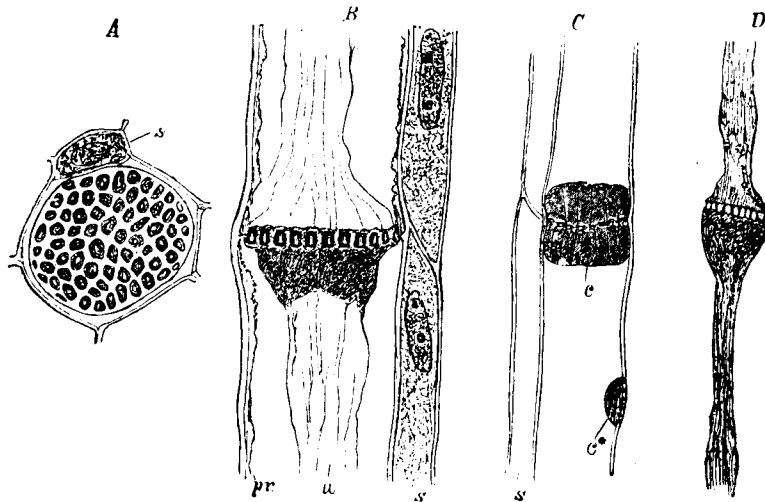


Рис. 166. Части ситовидныхъ трубокъ тыквы (*Cucurbita Pepo*), послѣ уплотненія въ спиртѣ: *A* — ситовидная пластинка сверху, *B* и *C* — два смежныхъ члена ситовидной трубки въ продольномъ разрѣзѣ, *D* — содержимое двухъ членовъ ситовидной трубки послѣ обработки сѣрной кислотой; *s* — сопровождающія клѣтки или клѣтки-спутницы, *u* — бѣлковое содержимое, *pr* — стѣноположный слой цитоплазмы, *c* — мозолистая или каллюсовая пластинка, *c** — маленькая боковая ситовидная продуцина 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 насквозь 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, большая 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 лишаящихся 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, *e*); у клѣтокъ, расположенныхъ на поверхности растенія и образующихъ наружную кожуцу или эпидерму какого-либо органа, весьма часто сильно утолщаются лишь наружныя стѣнки клѣтокъ, одѣвающіяся снаружи еще особой непроницаемой пленкой — **кутикулой** (см. рис. 168, *e*).

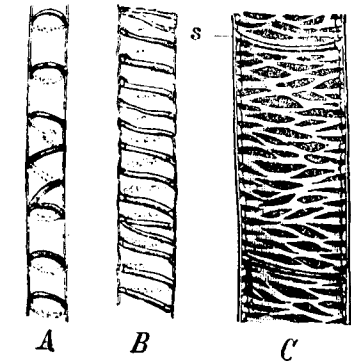


Рис. 167. Часть двухъ трахеидъ и одного сосуда: *A* — кольчато-спиральная трахеида; *B* — спиральная трахеида; *C* — сѣтчато-утолщенный сосудъ, вдоль разрѣзанный съ одной стороны, *s* — одна изъ продырявленныхъ поперечныхъ перегородокъ; увелич. 240 разъ.

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

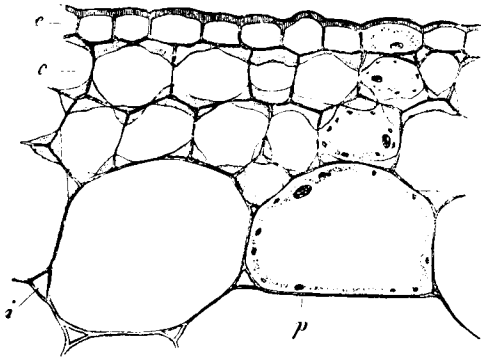


Рис. 168. Поперечный разрѣзъ черезъ наружную часть стебля *Impatiens parviflora*; *c* — колленхима, *e* — кожа, *p* — тонкостѣнные клѣтки паренхимы, *i* — межклетники; увелич. 300 разъ.

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 на-
чинаетъ сильно утолщаться въ одномъ лишь мѣстѣ; сначала при этомъ вращаетъ

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 разсмотрѣнные многочисленныя случаи утолщенія клѣточной оболочки относятся къ разряду утолщеній **центростремительныхъ**, т. е. идущихъ въ направлении отъ периферіи къ центру

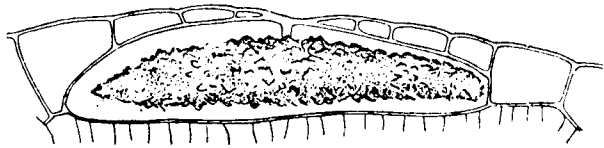


Рис. 169. Кожица *Boehmeria* изъ семейства *Urticaceae* съ цистолитомъ, сильно увеличено.

клетки и об-
ясняемыхъ дальнѣйшей жизнедеятельностью клѣточной цитоплазмы. Цитоплазма, высачивъ на поверхность свою тонкую целлюлёзную оболочку, не остается въ дальнѣйшей жизни своей индифферентной къ своему одѣянію. 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, вполне понятно, могутъ получиться лишь у клѣтокъ, имѣющихъ свободную наружную поверхность. Такъ, у многихъ волосковъ наружная поверхность ихъ оболочекъ обнаруживаетъ нерѣдко маленькіе выступы, въ утолщеніяхъ ихъ наружныхъ оболочекъ видѣ бугорковъ.

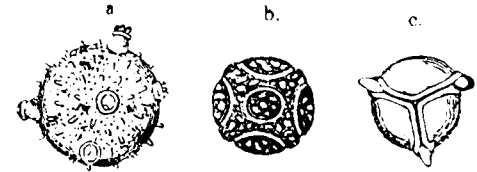


Рис. 170. Разныя формы пылинки цвѣтковыхъ растений съ центробѣжными утолщеніями ихъ наружныхъ оболочекъ.

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 четырнадцатая.

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, претерпѣаемыя 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. Джилль-сон 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, образующаяся при дѣленіи клѣтокъ высушенныхъ 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 химического состава. Каллоза принимаетъ участіе при закупориваніи ситовидныхъ трубокъ по окончаніи ихъ жизнедеятельности (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 содержимаго, а ткань изъ такихъ опробковѣлыхъ клѣтокъ, такъ называемая **пробка**, обычно располагается на наружной поверхности растенія. Пробковая ткань защищаетъ внутреннія живыя ткани растенія отъ высыхания 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 непремѣнно 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 одеревенѣлыя элементы встрѣчаются въ тѣлѣ растенія тамъ, гдѣ нужно придать части растенія бѣльшую 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, совершающейся 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 бываютъ покрыты слоемъ кутикулы, надкожицы, пропитанной кутиномъ. Кутинизованныя оболочки такъ же не пропускаютъ черезъ себя воду и воздухъ, какъ и оболочки опробковѣлыя, и обнаруживаютъ тѣ же самыя окрашивания отъ хлоръ-цинкъ-іода и ѣдкаго кали, что и опробковѣлыя оболочки. Тѣ и другія оболочки неразстворимы 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 (ленъ, айва, крестоцвѣтныя и др.) нѣкоторыхъ растеній. При помощи такихъ ослизнѣлыхъ оболочекъ сѣмена и плоды крѣпко прилипаютъ къ почвѣ и такимъ образомъ получаютъ хорошую

опору при прорастаніи. У другихъ растений, напримѣръ, у вишни, акаціи 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 соединеній.

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 *Phytolophas macrocarpa* извѣстны подъ названіемъ „растительной слоновой кости“ и употребляются въ токарномъ дѣлѣ для приготовленія изъ нихъ набалдашниковъ, запонокъ, пуговицъ 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 пальмы, кофе, піона, *Tropaeolum* и др.), твердые слои утолщенія ихъ клѣтокъ постепенно растворяются и идутъ въ пищу прорастающаго растеньица. Здѣсь, значить, 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**, **кремнезёмомъ**. 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. Кремнезёмъ отлагается въ поверхностныхъ стѣнкахъ клѣтокъ злаковъ, хвощей и многихъ другихъ растений и придаетъ имъ въ большинствѣ случаевъ весьма значительную крѣпость и твердость. Нѣкоторые хвощи имѣютъ настолько твердые и крѣпкіе стебли, вслѣдствіе пропитыванія стѣнокъ клѣтокъ ихъ кремнезёмомъ, 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 соответствующихъ клѣточныхъ стѣнкахъ.

Изъ всего вышесказаннаго мы видимъ, сколь разнообразны морфологическія и химическія измѣненія, претерпѣваемая 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 вѣдряются 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 интуссусцепціи 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 одревѣненія, 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 строительныя процессы, происходящіе въ клѣточной оболочкѣ, можно, по Визнеру, приблизиться къ пониманію 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 растений — это сумма жизней составляющихъ его клѣтокъ, а зная хорошо слагаемыя, не трудно понять и усвоить себѣ сумму этихъ слагаемыхъ, т. е. все растение. Тѣло растений слагается изъ клѣтокъ, а жизнь растения, даже самаго сложнаго, начинается съ одной единственной клѣтки, оплодотворенной **яйцеклѣтки**. Анатомическое строеніе различныхъ органовъ растений весьма сложно. Кромѣ типичныхъ клѣтокъ, въ построеніи различныхъ частей растенія принимаютъ участіе и другіе гистологическіе элементы — прозенхимныя волокна, воду проводящія трубки, такъ называемыя 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 — 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.



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

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, напримѣръ, 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, напримѣръ, 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 содержимого, будучи наполнены либо воздухомъ, либо водой, или содержатъ въ себѣ очень мало живого содержимого. Они представляютъ обыкновенно **механическіе элементы** органовъ растенія, 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

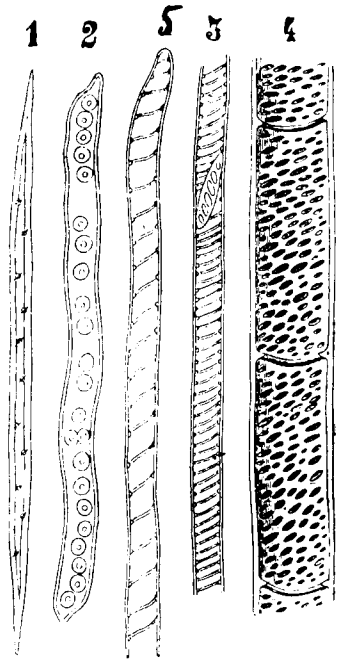


Рис. 172. Различныя формы метаморфозированныхъ клѣтокъ: 1 — склеренхимное волокно съ косыми щелевидными порами, 2 — трахеида съ окаймленными порами, 3 — трахеидальный сосудъ съ спиральными утолщеніями, 4 — сосудъ точечный, 5 — сосудная трахеида съ спиральными утолщеніями.

одной единственной клѣтки, могутъ достигать огромной величины въ длину, въ особенности лубяныя волокна нѣкоторыхъ прядильныхъ растеній (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 содержимого (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 **волоконвидными трахеидами**. Наоборотъ, очень длинныя,

но тонкостѣбныя трахеиды, имѣющія широкую внутреннюю полость и служащія для проведенія воды, называются **сосудными трахеидами** (см. рис. 172, фиг. 3); эти послѣднія имѣютъ, обыкновенно, кольчатая, спиральныя или сѣтчатая утолщенія и иногда снабжены также окаймленными порами. У трахеидъ всѣхъ родовъ всегда стѣнки одеревенѣлыя, тогда какъ у склеренхимныхъ волоконъ, какъ мы видѣли, сильно утолщенные стѣнки ихъ могутъ быть и целлюлёзными, и одеревенѣлыми.

Всѣ только что описанные гистологическіе элементы являются продуктами разрастанія въ длину одной первоначально перенхимной клѣтки; это метаморфозированныя 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 удлиненные гистологическіе элементы, въ видѣ трубокъ, но происшедшіе не изъ одной единственной клѣтки, путемъ ея разрастанія, а изъ цѣлаго 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 постѣбнаго слоя цитоплазмы (*B, m*), но безъ ядеръ. Содержимое этихъ трубокъ — б. и. м. сильно разжиженные растворы бѣлковыхъ веществъ (*B, n, 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, богатая 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*).

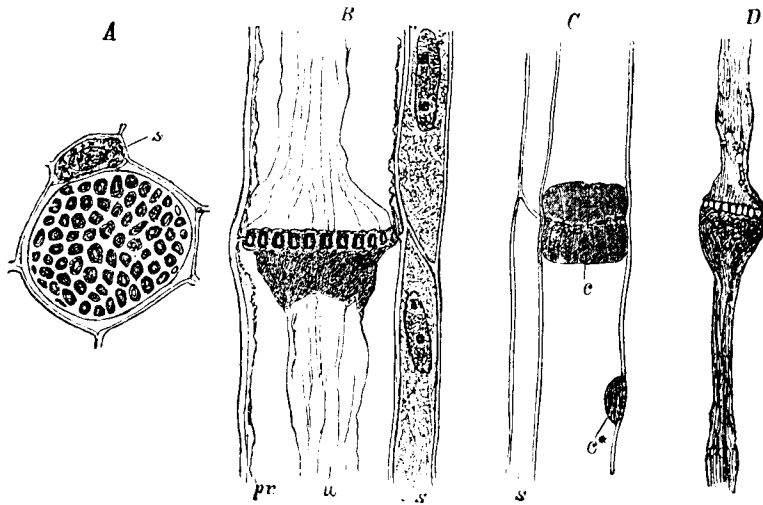


Рис. 173. Части ситовидныхъ трубокъ тыквы (*Cucurbita Pepo*), послѣ уплотненія въ спиртѣ: *A* — ситовидная пластинка сверху, *B* и *C* — два смежныхъ члена ситовидной трубки въ продольномъ разрѣзѣ, *D* — содержимое двухъ членовъ ситовидной трубки послѣ обработки сѣрной кислотой; *s* — сопровождающія клетки или клетки-спутницы, *u* — бѣлковое содержимое, *pr* — стѣнкоположный 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 слиянія первоначально бывшихъ паренхимными клеткамъ, но здѣсь слияніе 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 неравнобѣрнаго 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. окаймленныя. Что сосуды произошли не путемъ

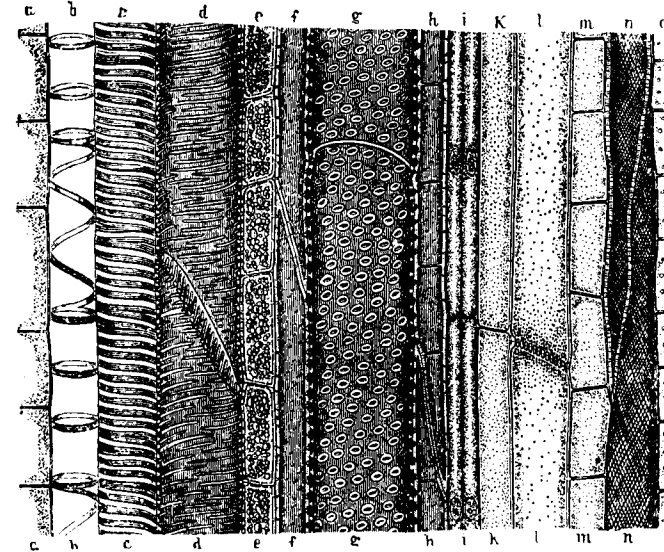


Рис. 174. Продольный разрѣзъ открытаго сосудисто-волокнистаго пучка изъ стебля двудольнаго: отъ *b* до *i* — древесная часть пучка, отъ *i* до *n* — лубяная его часть; *i* — камбій, раздѣляющій обѣ части пучка; *a* — паренхима сердцевины, *b* — сосудъ съ кольчатымъ и спиральнымъ утолщеніемъ, *c* — спиральный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

разрастанія одной единственной клетки, а путемъ слиянія цѣлаго ряда расположенныхъ другъ надъ другомъ клеткамъ, 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 клетки, путемъ слиянія 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, *А*). 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 высшихъ 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 растений, 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 растений. Млечные сосуды представляютъ тонкостѣнные, развѣтвленные и анастомозирующія между собою трубки, заполненные 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 слянія клѣтокъ, причемъ поперечныя перегородки этихъ клѣтокъ резорбируются совершенно, не оставляя и слѣда по себѣ. Такіе **членистые млечники**, образовавшіеся путемъ слянія клѣтокъ, встрѣчаются, напримѣръ, въ сем. маковыхъ, сложноцвѣтныхъ и др. Но въ растеніяхъ попадаютъ и другого рода млечники — **нечленистые**. Эти **нечленистые млечники** или **млечныя трубки** образуются не путемъ слянія клѣтокъ, а путемъ размноженія и сильнаго разрастанія и развѣтвленія одной единственной клѣтки, которая достигаетъ постепенно иногда огромнѣйшей длины, въ нѣсколько метровъ и болѣе. Такія нечленистыя млечныя трубки встрѣчаются, напримѣръ, въ сем. *Euphorbiaceae* (молочайныхъ), *Urticaceae* (кропивныхъ), *Apocynaceae*, *Asclepiadaceae* и др. Эти млечники залагаются изъ особыхъ клѣтокъ, обособляющихся уже въ зародышевой стадіи растенія. Онѣ растутъ одновременно съ ростомъ всего растенія и постоянно развѣтвляясь, проникаютъ во всѣ его органы, достигая подчасъ



Рис. 175. Сѣтъ млечныхъ сосудовъ (членистыхъ) въ корѣ латука. Единственной клѣтки, которая

значительной длины. Кромѣ млечнаго сока, въ такихъ клѣткахъ-млечникахъ имѣется тонкій слой стѣнокположной цитоплазмы съ многочисленными клѣточными ядрами. Въ млечномъ сокѣ нѣкоторыхъ *Urticaceae* наблюдали не только ядовитые алкалоиды, каучукъ, жиры и т.д., но и пептонизирующіе 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.

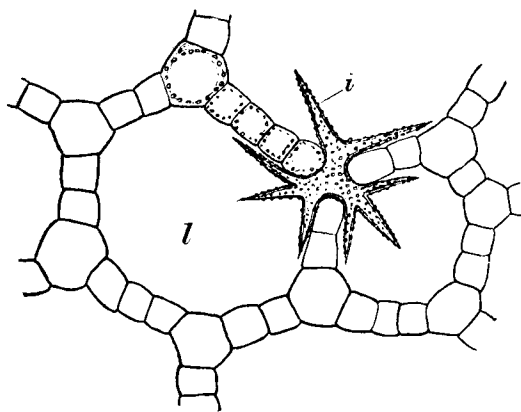


Рис. 176. Поперечный разрѣзъ черезъ листовую черешокъ водяного растенія *Nuphar luteum* — желтой кувшинки: *l* — крупныя межклетники, содержащія воздухъ, *i* — звѣздчатый волосковидный идиобластъ.

Въ противоположность вытянутымъ клѣткамъ, образующимъ волокна, трахеиды и трахеи въ растительныхъ органахъ, усиленно растущихъ въ длину, въ поверхностныхъ слояхъ растений паренхимныя клѣтки пріобрѣтаютъ табличатую форму, оставаясь короткими въ длину и сильно разрастаясь въ ширину. При этомъ разрастаніе зачастую идетъ неравномерно, и такія клѣтки съ поверхности пріобрѣтаютъ волнообразное и даже звѣздчатое очертаніе. Таковы многія клѣтки, образующія эпидермисъ или кожицу листьевъ и стеблей растений, или волосковидныя образованія, разрастаясь на эпидермисѣ или въ другихъ частяхъ растений.

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

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

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

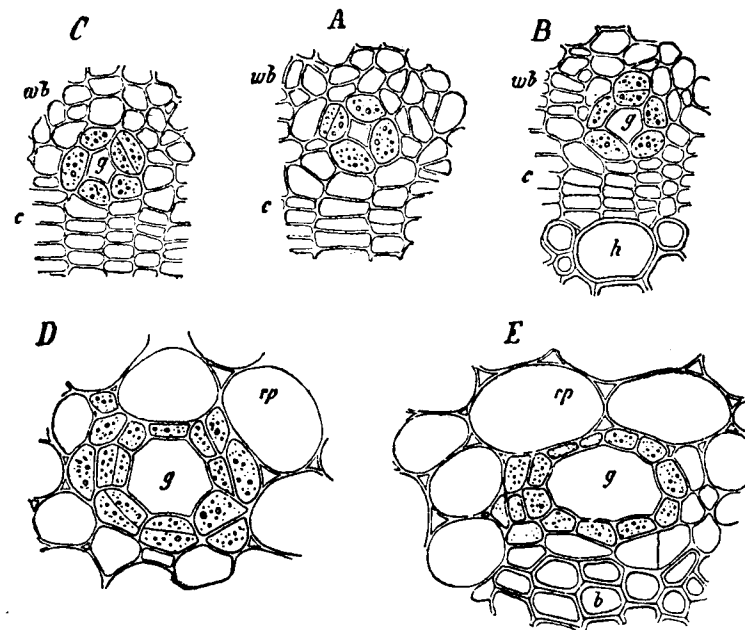


Рис. 177. Развитие схизогеннаго вмѣстилища выдѣленій (смолянаго хода) въ корѣ плюща: *A—C* — молодыя вмѣстилища выдѣленій, *D* и *E* — болѣе старыя, вполне образовавшіяся; *g* — полость вмѣстилища выдѣленій, *h* — древесина, *wb* — лубъ, *c* — камбій, *b* — лубъ, *rp* — паренхима первичной коры; въ *A* вмѣстилище выдѣленій окружено всего четырьмя эпителиальными клѣтками; 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 клѣтокъ, легко растворяющаяся въ хромовой кислотѣ и образующая такъ называемое межклетное вещество. При дальнѣйшемъ ростѣ, клѣтки могутъ со временемъ сами собою расклеиться и частью разойтись, и тогда между клѣтками образуются **межклетныя пространства** и **межклетные ходы**, обычно заполненные

воздухомъ, омывающимъ клѣтки снаружи. Особенно велики такіе межклетные 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).

Межклетные пространства у растений не всегда заполнены воздухомъ; нерѣдко въ нихъ собираются различныя 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. Межклетные полости, въ которыхъ собираются эти отбросы обмѣна веществъ въ растеніи, называются **вмѣстищами выдѣленій** (см. рис. 177, 178). Это или отдѣльныя округлыя полости, или цѣлыя длинныя каналы, напримѣръ, **смоляные ходы**, встрѣчающіеся въ корѣ и древесинѣ хвойныхъ растений и заполненные смолою. Вмѣстища выдѣленій образуются двоякимъ образомъ: или путемъ разъединенія клѣтокъ (см. рис. 177), или раство-

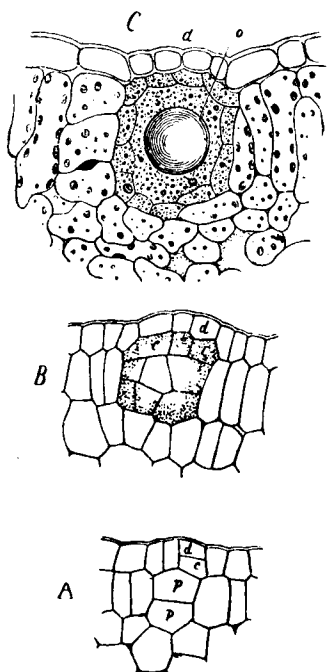


Рис. 178. Развитие лизигеннаго вмѣстища въ листѣ *Dictamnus fraxinella*: *A—C* — послѣдовательныя стадіи развитія, *d* — кожица листа, *c* и *p* — клѣтки, раствореніемъ которыхъ образуется вмѣстище выдѣленій; *o* — капля эфирнаго масла, образовавшаяся путемъ растворенія внутреннихъ клѣтокъ вмѣстища выдѣленій.

решаются въ одну общую полость, наполняющуюся смолой или эфирнымъ масломъ (*C, o*). Вмѣстища выдѣленій 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 (*y*) вмѣстища выдѣленій. Вмѣстища выдѣленій, образовавшіяся путемъ растворенія клѣтокъ, никогда не имѣютъ такихъ эпителиальныхъ клѣтокъ и называются **лизигенными** (см. рис. 178), тогда какъ вмѣстища 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, напримѣръ, одноклѣтныя водоросли (см. рис. 171), бактеріи (см. рис. 180), дрожжевые грибы (см. рис. 179). Уже на довольно низкой ступени развитія растительнаго царства мы находимъ многоклѣтныя растенія, слагающія тѣло свое или изъ небольшой

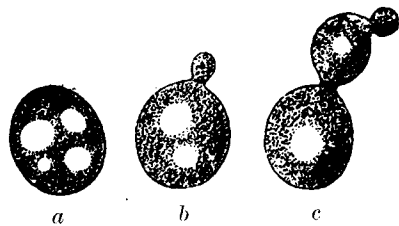


Рис. 179. Дрожжевой грибокъ, состоящій или изъ одной всего клѣтки (a) или изъ ряда клѣтокъ (b, c), получившихся путемъ почкованія.

группы совершенно равнозначущихъ клѣтокъ, напримѣръ, 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 плазмодіи, напримѣръ, 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, напримѣръ, 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

явственно замѣчается раздѣленіе физиологическаго труда и соотвѣтственное 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 спеціальной 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

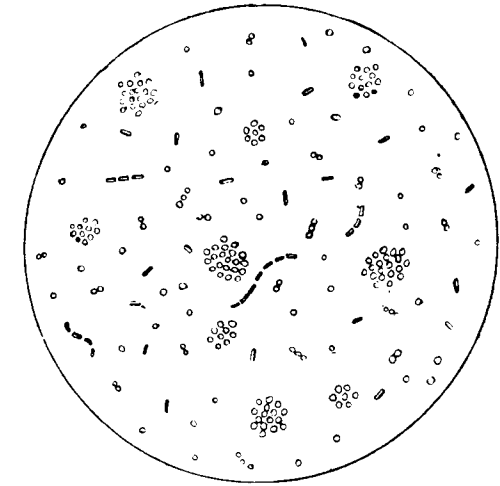


Рис. 180. Бактеріи — одноклѣтныя микроорганизмы, живущіе въ гниющемъ мясѣ; увел. 600 разъ.

клеточнаго метаморфоза и съ гистологическими элементами, являющимися результатомъ либо дальнѣйшаго метаморфоза

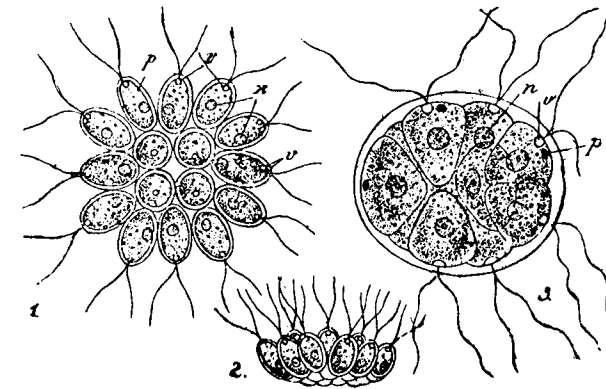


Рис. 181. Колоніальная многоклѣточная пластинчатая водоросль *Gonium pectorale*: 1 — сверху и 2 — сбоку; 3 — шаровидная, состоящая изъ 16-ти клѣтокъ, колоніальная водоросль *Pandorina morum*.

одной единственной первоначально паренхимной клѣтки, либо слиянія 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

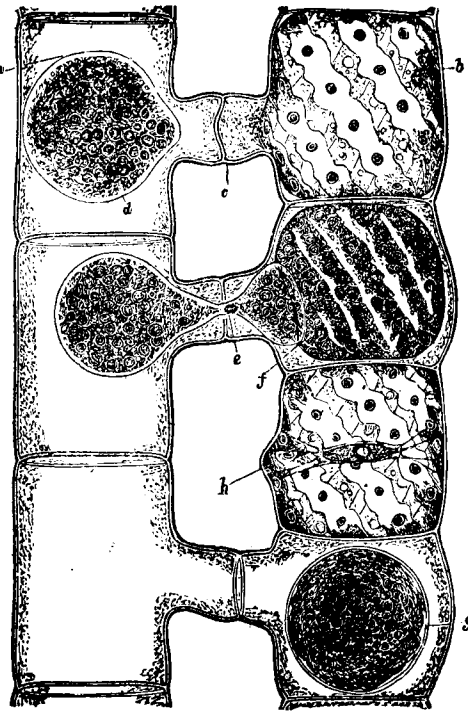


Рис. 182. Двѣ копулирующія нити нитчатой водоросли спирогиры (*Spirogyra*); клѣтки каждой нити одинаковой величины и формы, равнозначущи между собою.

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

выя включения, 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 данного 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.

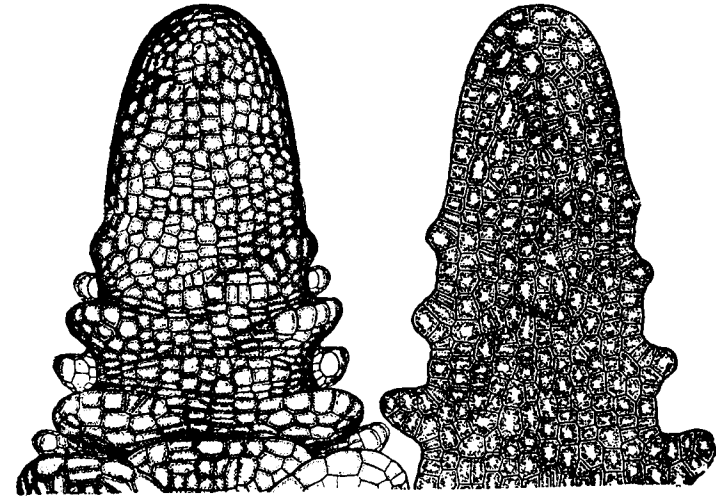


Рис. 183. Конусъ нарастанія стебля воднаго растенія (*Elodea*) съ поверхности и въ продольномъ разрѣзѣ. Бугорки представляютъ возникающіе листья. Весь кончикъ стебля состоитъ изъ первичной меристемы или первичныхъ живыхъ паренхимныхъ клѣтокъ.

ныя, цвѣтковые 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 проникнуть 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 растеній, какъ мы уже знаемъ, состоятъ изъ однообразныхъ живыхъ паренхимныхъ клѣтокъ, съ тонкими

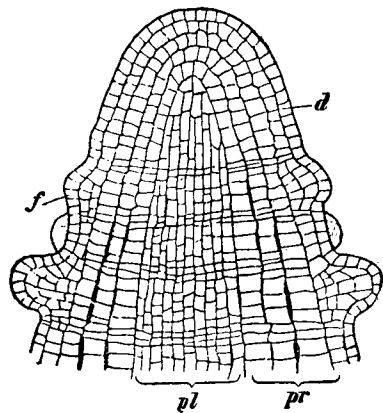


Рис. 184. Продольный разрѣзъ конуса нарастанія стебля *Hippuris vulgaris*: *d* — дерматогенъ, *pr* — перилема, *pl* — плерома, *f* — зачатки листьевъ; увелич. 240 разъ.

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 растеній 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 данного 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 будущихъ тканей, зачатки, несущіе еще большинство функций, свойственныхъ данному растенію. И лишь при дальнѣйшемъ ростѣ и развитіи изъ этихъ зачаточныхъ тканей вырабатываются, наконецъ, окончательно ткани специализированныя, приспособленныя къ одной какой-нибудь опредѣленной функціи. Такъ, въ первичной меристемѣ конусовъ нарастанія (см. рис. 184 и 185), на нѣкоторомъ разстояніи отъ вершинъ ихъ, начинаютъ выдѣляться особыя ткани, называемыя **дерматогеномъ** (*d*), **перилемой** (*pr* и *p*) и **плеромой** (*pl*).

Эти три эмбриональныя 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 неблагоприятныхъ условий внѣшней среды, въ перилемѣ 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 серединѣ стебля или корня и называемой сердцевинной. 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-

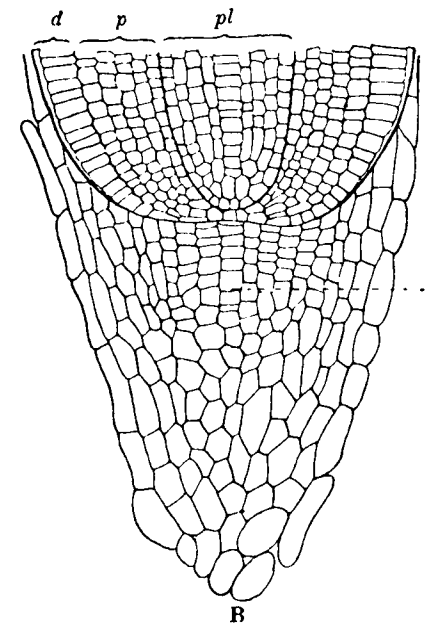


Рис. 185. Поперечный разрѣзъ конуса нарастанія корня ячменя (*Hordeum vulgare*): *h* — корневой чехликъ, *d* — дерматогенъ, *p* — перилема, *pl* — плерома; увел. 240 разъ.

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 вполне 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, напримѣръ, 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 каждого такого дѣленія вновь получается клѣтка,

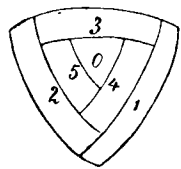


Рис. 186. Схема дѣленія верхушечной тетраэдрической клѣтки (*o*) стебля папоротника: цифры 1—5 обозначаютъ порядокъ появленія перегородокъ.

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 вполне 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 растения, 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-

стеній тоже имѣется верхушечная тетраэдрическая клѣтка (*v*), но дѣленіе ея сложнѣе, ибо, кромѣ чередующихся трехъ сегментныхъ клѣтокъ, верхушечная клѣтка дѣлится время отъ времени еще перегородкой, параллельной наружной стѣнкѣ верхушечной клѣтки, и отчленяетъ отъ себя начальную клѣтку такъ называемаго **корневого чехлика** (см. рис. 187, *klmn*).

Какъ я уже сказалъ выше, самый внѣшній слой клѣтокъ первичной меристемы при дальнѣйшемъ развитіи превращается въ ткань кожицы, а прочія клѣтки даютъ начало частью мякоти, частью проводящимъ пучкамъ, жилкамъ растения. **Проводящіе пучки** развиваются изъ первичной меристемы слѣдующимъ образомъ. Въ небольшомъ разстояніи отъ точки роста, среди клѣтокъ, разрастающихся сильнѣе и дающихъ начало мякоти или основной ткани, за-

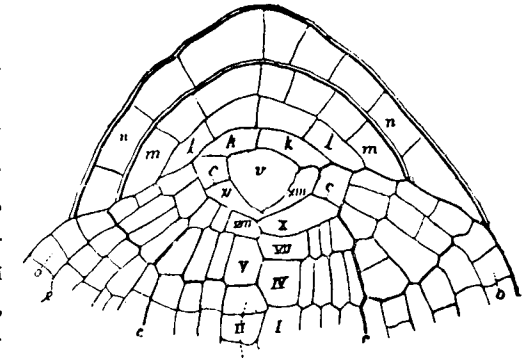


Рис. 187. Кончикъ корня папоротника въ продольномъ разрѣзѣ: *v* — верхушечная тетраэдрическая клѣтка, *klmn* — корневого чехлика.

лагаются отдѣльныя группы мелкихъ вытянутыхъ живыхъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ. Это и будетъ **прокамбій**. Мало-по-малу клѣтки прокамбія метаморфозируются далѣе и частью разрастаются въ длину, частью же сливаются между собою. При этомъ образуются различныя гистологическіе элементы древесины или луба проводящаго пучка. Прокамбій существуетъ, что, конечно, вполне понятно, лишь въ очень молодыхъ частяхъ растений, недалеко отъ точекъ роста, отъ вершины конуса нарастанія.

Важнѣйшія растительныя ткани, встрѣчающіяся у высихъ растений, это — кожица, проводящіе или сосудисто-волокнистыя пучки и основная ткань или мякоть.

Кожица облекаетъ все растение въ видѣ пленки, состоящей б. ч. изъ одного слоя плотно сомкнутыхъ таблитчатыхъ

тыхъ клѣтокъ; кожуцу нерѣдко можно содрать съ поверхности листа или стебля растенія, въ видѣ безцвѣтной пленки. У болѣе старыхъ частей растенія кожа 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

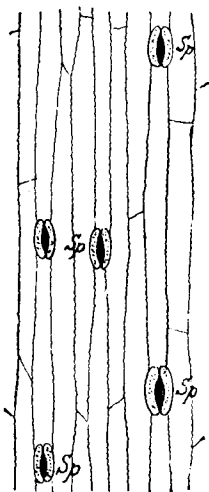


Рис. 188. Кожица, содранная съ листа гиацинта и разсматриваемая съ поверхности: *Sp* — устьица.

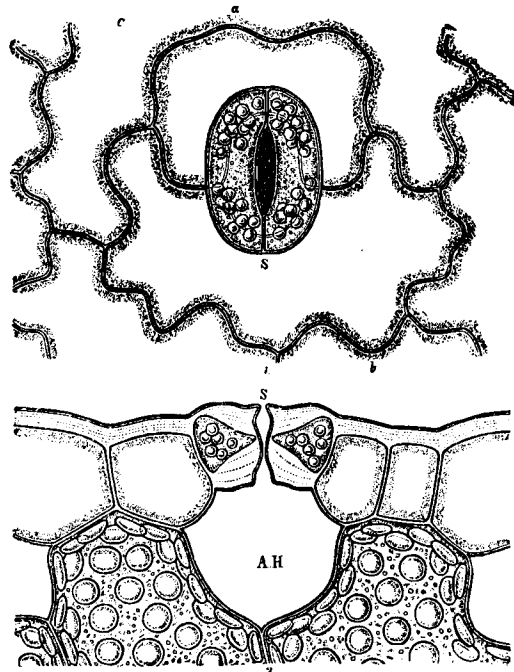


Рис. 189. Устьице на листѣ тимьяна (*Thymus*): 1 — съ поверхности. 2 — въ разрѣзѣ; *S* — устьице, *АН* — дыхательная полость.

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

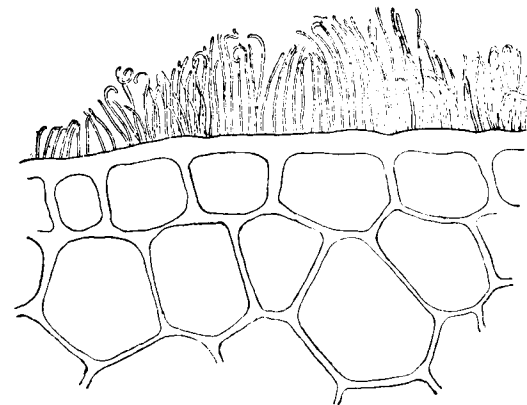


Рис. 190. Поперечный разрѣзъ черезъ стеблевой узелъ сахарнаго тростника (*Saccharum officinarum*), съ восковымъ палетомъ, состоящимъ изъ палочекъ; увелич. 540 разъ.

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 кожей, такъ какъ подкожная ткань не принимаетъ участія въ ихъ образованіи.

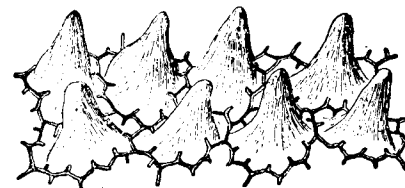


Рис. 191. Верхняя кожица съ лепестка фіалки (*Viola tricolor*). Клѣтки съ выступами въ видѣ складокъ на боковыхъ стѣнкахъ и съ выдающимися сосочками; увел. 250 разъ.

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-Марьи, 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 произведшей его клѣтки кожицы и, если онъ погибаетъ, то погибаетъ вмѣстѣ съ нимъ и образовавшая его клѣтка кожицы. Таковы, напримѣръ,

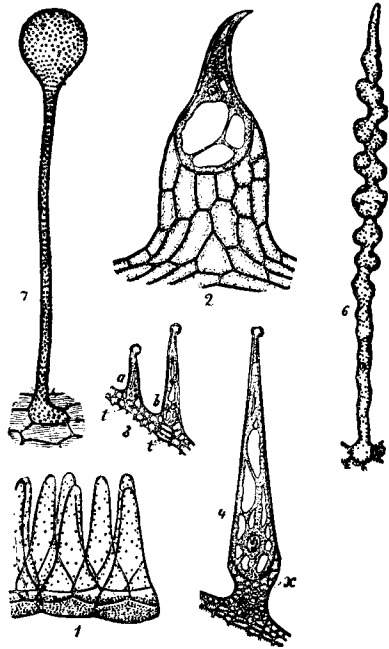


Рис. 192. Различные типы одноклѣт-ныхъ волосковъ: 1 — сосочки, 2 — щетинка, 3—4 развитие жгучихъ волосковъ крапивы (*Urtica urens*), 5 — войлочный волосокъ, 6 — железистый волосокъ.

рис. 192 представлены различные типы одноклѣтныхъ волосковъ. Звѣздчатые волоски могутъ тоже быть или одноклѣтными, но сильно развѣтвленными (см. рис. 193, *i*), 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

такъ называемые корневые волоски, съ которыми мы познакомимся подробнѣе со временемъ. Обыкновенно однако же молодой волосокъ отдѣляется отъ произведшей 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 кожуцу растений, могутъ имѣть самую разнообразную форму и различное біологическое назначеніе. По формѣ они могутъ быть простыми, вѣтвистыми, звѣздчатыми. На

поѣданія нѣкоторыми животными. Эти волоски — **щетинки** встрѣчаются, напримѣръ, у многихъ бурачниковыхъ (*Borraginaceae*), у нѣкоторыхъ зонтичныхъ, маревыхъ, придавая особенно жесткій и колючій видъ стеблямъ и листьямъ этихъ растений. У крапивы имѣются такъ называемые **жгучіе волоски** (см. рис. 192, 3, 4, 194). Волоски эти одноклѣтные, конической формы и сидятъ на многоклѣтной 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.

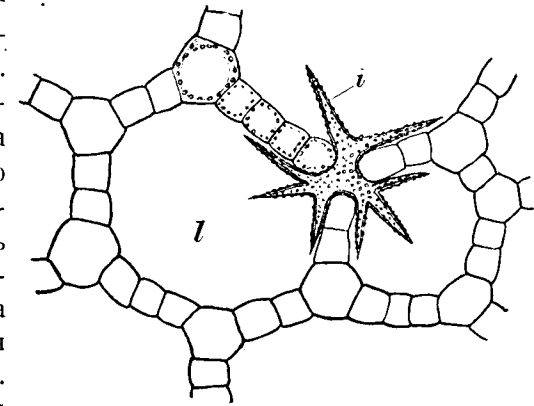


Рис. 193. Поперечный разрѣзъ черезъ листовое черешокъ водяного растения *Nuphar luteum* — желтой кувшинки: *l* — крупныя межклѣтнички, содержащія воздухъ, *i* — звѣздчатый волосковидный идиобластъ.

Когда отъ прикосновенія къ жгучему волоску крапивы 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 крапивы играютъ ту же защитную роль, что и волоски-щетинки бурачниковыхъ, защищая растение отъ поѣданія его многими животными. На рис. 192 фигуры 3 и 4 представляютъ постепенное развитіе жгучаго волоска, а рис. 194 изображаетъ готовый жгучій волосокъ крапивы.

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 растение атмосферой, пропитанной смолистыми или эфирными парами, предохраняющими органы растения отъ излишняго нагрѣванія солнцемъ, отъ излишняго испаренія. Многие 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 растения 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, на примѣръ, 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 издають иногда очень рѣзкій аромать, происходящій отъ насыщенія атмосферы эфирными маслами и смолами, выдѣляемыми же-

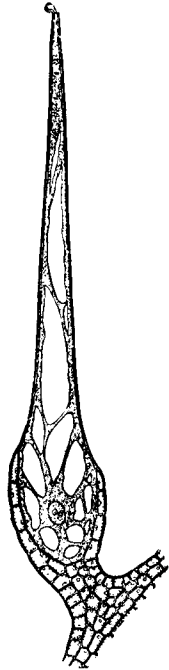


Рис. 194. Жгучій волосокъ кропивы (*Urtica urens*), сильно увеличенный.

Тамъ мы встрѣчаемъ немало растений, одѣтыхъ железистыми волосками, и такія заросли издають иногда очень рѣзкій аромать, происходящій отъ насыщенія атмосферы эфирными маслами и смолами, выдѣляемыми же-

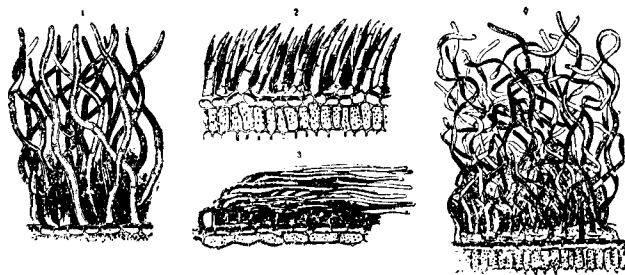


Рис. 195. Различныя типы волосковъ на поверхности листьевъ: 1 — *Gnaphalium Leontopodium*, 2 — *Gloxinia speciosa*, 3 — *Convolvulus Cneorum*, 4 — *Gnaphalium tomentosum*.

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. блага 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 растений бываютъ, какъ панцыремъ, одѣты такъ называемыми **чешуйками**, образующими покровъ, напоминающій собою, на примѣръ, 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 многоклѣтные волоски съ сильно одеревенѣвшими стѣнками клѣтокъ. Шипы розы не надо смѣшивать, на примѣръ, 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-волокнистыми пучками. Какъ увидимъ впослѣдствіи, **колючки** — это метаморфозированные стебли или листья растений, 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 растений 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 растения. Черезъ устьица происходитъ обмѣнъ газовъ, дыханіе внутреннихъ тканей; черезъ нихъ же расте-

не испаряетъ излишнюю воду, а потому устьица эти можно было бы назвать также **испарительными устьицами**. Последнее названіе 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 крахмальные 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 межклеточными 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 внутреннія ткани растенія, а испорченный дыханіемъ воздухъ, вмѣстѣ съ водяными парами, накапливающимися въ межклеточныхъ ходахъ внутреннихъ тканей растенія, выходитъ наружу. Такимъ образомъ дыхательныя или испарительныя устьица играютъ роль какъ бы форточекъ или вентиляторовъ для всего тѣла растенія. Сходство дыхательныхъ устьицъ съ форточками усугубляется еще тѣмъ, что они, по мѣрѣ нужды, могутъ замыкаться и открываться снова. Замыкающія клѣтки дыхательныхъ устьицъ находятся обыкновенно подъ сильнымъ тургорнымъ давленіемъ. Но если въ засушливое время растенію грозитъ опасность завянуть отъ чрезмѣрнаго испаренія воды изъ его тканей, то тургоръ замыкающихъ клѣтокъ понижается, онѣ спадаютъ и прижимаются другъ къ другу, тѣмъ самымъ замыкая щелевидное отверстіе и значительно понижая потерю воды растеніемъ путемъ испаренія. Въ сырую же погоду въ замыкающихъ клѣткахъ устьица тургоръ клѣтокъ увеличивается, онѣ надуваются, растопыриваются, и щелевидное отверстіе между ними увеличивается; вмѣстѣ съ тѣмъ усиливается и газовый обмѣнъ внутреннихъ тканей растенія, и процессъ испаренія. У подводныхъ растений совсѣмъ нѣтъ устьицъ въ ихъ кожицѣ, а у растений съ плавающими листьями устьица расположены лишь на верхней сторонѣ, обращенной къ воздуху; наоборотъ, у сухопутныхъ растений особенно много устьицъ

на нижней сторонѣ листьевъ, а на верхней сторонѣ или ихъ совсѣмъ нѣтъ, или значительно меньше. Число устьицъ у различныхъ растений, въ зависимости отъ внѣшнихъ условій, при которыхъ они живутъ, весьма различно. Иногда ихъ приходится на одинъ квадратный миллиметръ кожицы до нѣсколькихъ сотенъ. 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 замѣтить, что у многихъ изъ нихъ на концахъ листьевъ или по краямъ ихъ сидятъ маленькія капли воды (см.

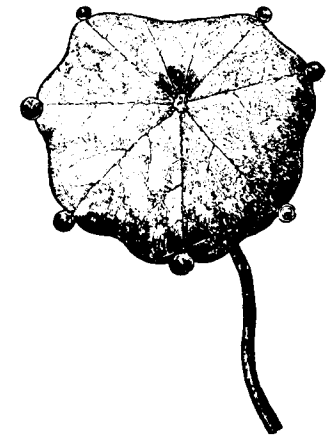


Рис. 196. Выдѣленіе капель воды изъ водныхъ устьицъ или гидатодъ листа капуцина (*Tropaeolum majus*).

рис. 196); это не роса, такъ какъ капли эти медленно увеличиваются въ объемѣ, спадаютъ и черезъ нѣсколько времени на мѣсто ихъ растеніемъ высачиваются новыя капли.

У нѣкоторыхъ тропическихъ растений такое капельножидкое выдѣленіе воды происходитъ особенно обильно. Такъ, у нѣкоторыхъ ароидныхъ съ кончиковъ листьевъ ихъ постоянно каплетъ вода, иногда со скоростью по одной каплѣ въ секунду. У *Calocasia* капли эти даже выбрызгиваются изъ кончика листа съ нѣкоторой силой на небольшое разстояніе. Такое выдѣленіе воды въ капельножидкомъ состояніи происходитъ при помощи осо-

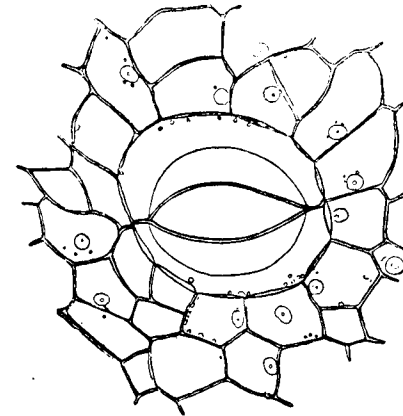


Рис. 197. Водное устьице или гидатода съ края листа капуцина (*Tropaeolum majus*), съ прилежащими клѣтками кожицы. Увел. 240 разъ.

быхъ **водныхъ устьицъ** или **гидатодъ** (см. рис. 197). Водныя устьица располагаются на листьяхъ недалеко отъ окончания

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 межклеточные 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 одревенѣвшими 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, напримѣръ, 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 растеній, 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 менѣе 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

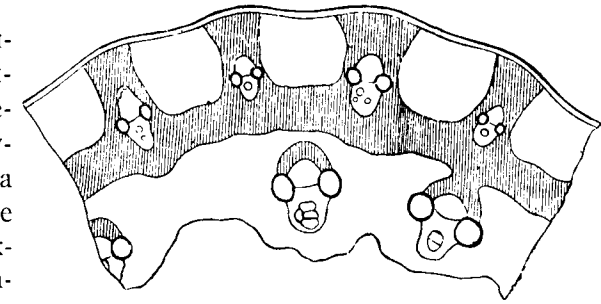


Рис. 198. Схематическій рисунокъ поперечнаго разрѣза стебля *Molinia caerulea*. Затусованные мѣста представляютъ механическую ткань.

свои и механическія 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 растеній. Механическіе элементы собираются цѣлыми группами, плотно прижимаясь другъ къ другу. Группы эти могутъ лежать среди мякоти безъ всякой связи съ проводящими пучками растенія, образуя, напримѣръ, жилки, похожія на видѣ на жилки проводящихъ пучковъ, но составленныя исключительно изъ однихъ толстостѣнныхъ механическихъ волоконъ. Чаше, однако, механическая ткань растеній находится въ связи съ тканью, проводящей воду, съ такъ называемыми сосудисто-волоконистыми пучками. Такъ, напримѣръ, въ стебляхъ

многихъ однодольныхъ механическая ткань имѣетъ видъ полаго цилиндра и на поперечномъ разрѣзѣ образуетъ сплошную поясъ въ недалекомъ разстояніи отъ кожицы (см. рис. 198), сосудисто-волоконистые же пучки либо замурованы въ этомъ поясѣ, либо прилегаютъ къ нему. Но у другихъ растений механическая ткань входитъ въ составъ сосудисто-волоконистаго 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).

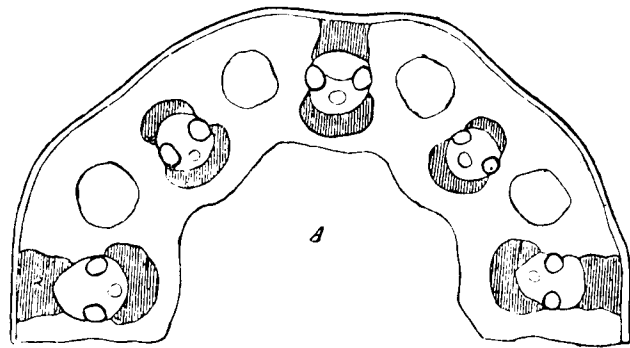


Рис. 199. Схематическій рисунокъ поперечнаго разрѣза стебля *Scirpus caespitosus*: А — воздушная полость внутри стебля; затушеванныя мѣста представляютъ наружныя и внутреннія влагалища сосудистыхъ пучковъ, изъ механической ткани.

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 картофелины 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 картофелины, сотканная изъ пробковой ткани,

хорошо предохраняетъ 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 таблитчатые клѣтки, или клѣтки, вытянутыя по радіусу, съ волнистыми боковыми стѣнками. У березы пробка состоитъ изъ правильно чередующихся между собою рядовъ широкихъ и узкихъ клѣтокъ; широкія клѣтки имѣютъ тонкія оболочки, а узкія — толстыя (см. рис. 200). Развивается пробковая ткань или изъ клѣтокъ кожицы, или, чаще,

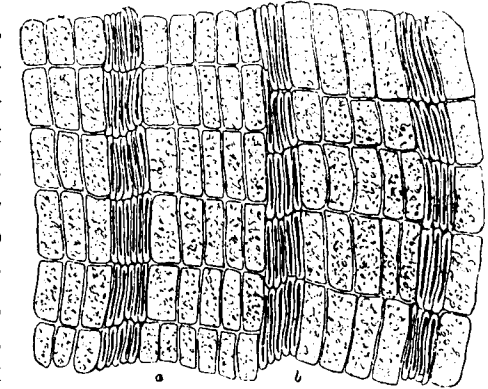


Рис. 200. Пробковыя клѣтки коры березы: а — широкія тонкостѣнные клѣтки пробки, б — узкія толстостѣнные ея клѣтки.

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

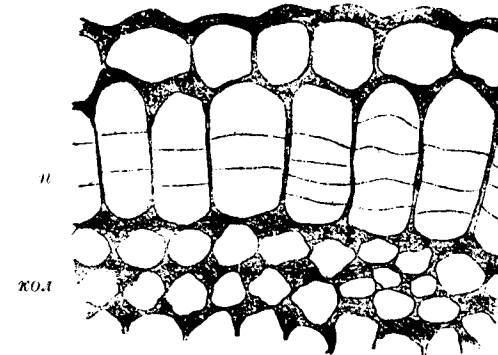


Рис. 201. Образование пробки въ наружномъ слое колленхимы стебля бузины (*Sambucus nigra*): k — кожица, n — пробка, кол — колленхима.

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

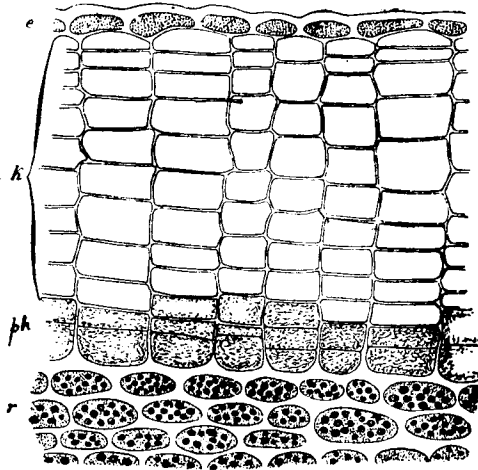


Рис. 202. Пробка однолѣтней вѣтви *Ailanthus glandulosa*: *e* — кожица, *k* — пробка, внутренне слои (*ph*) которой представляютъ феллогенъ, *r* — кора.

дѣятельнымъ въ течение всей жизни дерева, причемъ наружныя клѣтки пробки постепенно стираются, шелушиваются, 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, разламывается, отмираетъ, а кора начинаетъ лупиться и трескаться. Эту исполосованную слоями пробки кору называютъ **кор-**

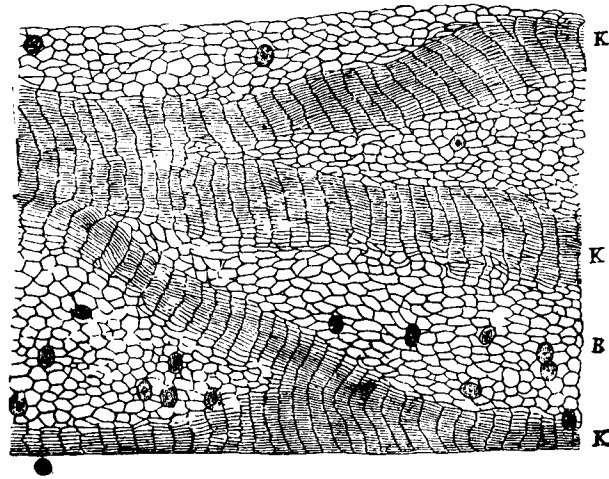


Рис. 203. Поперечный разрѣзъ корки *Cinchona Calisaya*: *K* — слои пробки, *B* — участки паренхимы коры съ разсѣянными въ нихъ толстостѣнными волокновидными клѣтками.

дѣятельнымъ въ течение всей жизни дерева, причемъ наружныя клѣтки пробки постепенно стираются, шелушиваются, 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

ною (см. рис. 203). Кору 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 устья. 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 невыгодно 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 изъ рыхлой ткани, изъ рыхло связанныхъ клѣтокъ (см. рис. 205), и межклѣтныя ходы чечевичекъ находятся въ соединеніи съ межклѣтными ходами внутреннихъ живыхъ тканей растенія.

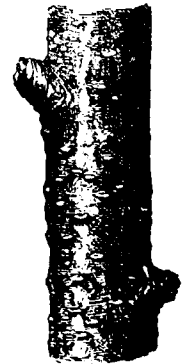


Рис. 204. Вѣтвь дуба съ чечевичками на поверхности.

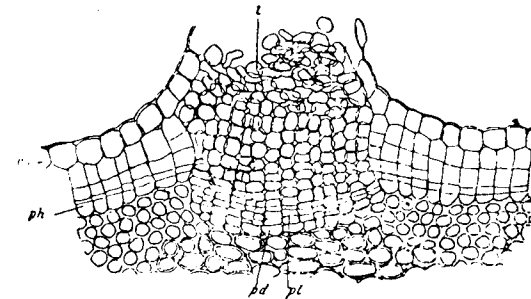


Рис. 205. Поперечный разрѣзъ черезъ чечевичку бузины (*Sambucus nigra*): *e* — эпидерма, *ph* — феллогенъ перидермы, *pd* — феллодерма, *pl* — феллогенъ чечевички, *l* — выполняющія клѣтки; увел. 50 разъ.

Слѣдовательно, разсѣянные среди пробковой ткани чечевички играютъ ту же роль, что и дыхательныя устья въ кожицѣ; онѣ служатъ для провѣтриванія внутреннихъ тканей растенія и для сообщенія ихъ съ внѣшней средой. Сообщение это, конечно, менѣе полное, чѣмъ черезъ дыха-

тельные устья, оно не регулируется замыкающимъ аппаратомъ, какъ у устьицъ, 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 проводящие пучки.

Самую сложную тканью высших растений или, точнее говоря, системою нѣсколькихъ тканей являются такъ называемые **проводящие** или **сосудисто-волокнистые пучки**. Это тѣ самыя жилки, или часто неправильно называемые нервы, которые мы видимъ, на примѣръ, 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 въ послѣдствіи 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 вверхъ 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 физиологическія задачи части. Та часть пучка, которая проводитъ вверхъ 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 проводящія пучки эти проходятъ (листьямъ, стеблямъ, корнямъ). Лишь у тѣхъ растений, у которыхъ особенно сильно развита и обособлена механическая ткань (см. рис. 198, 199), проводящія 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 гниваютъ, кромѣ сосу-

дисто-волоконистыхъ пучковъ. Листья превращаются тогда въ ажурное кружево, состоящее изъ анастомозирующихъ, вѣтвящихся и переплетающихся между собою тонкихъ жилокъ, если листъ былъ сѣтчатонервный, 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

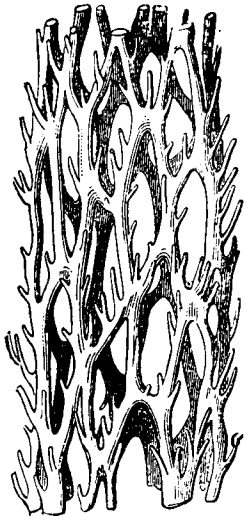


Рис. 206. Сѣть сосудисто-волоконистыхъ пучковъ изъ стебля папоротника.

сосудисто-волоконистыхъ пучковъ изъ отмацерированнаго стебля папоротника, представляющая скелетъ этого стебля. Обычно въ стебляхъ и листьяхъ растений наблюдаются такъ называемые **коллатеральные сосудисто-волоконистые пучки**, состоящие 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-волоконистые пучки биколлатеральные**, 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-волоконистые пучки**, у которыхъ въ центрѣ пучка расположены элементы древесины или ксилемы, а элементы луба или флоэмы окружаютъ со всѣхъ сторонъ ксилему. Въ корневищахъ, наоборотъ, наблюдаются проводящие пучки, состоящие внутри изъ нѣжныхъ элементовъ флоэмы, окруженныхъ вокругъ болѣе грубыми элементами ксилемы. Ксилемная или древесная часть пучка состоитъ изъ элементовъ съ одревеснѣлыми 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-волоконистаго пучка подѣйствовать іодомъ съ сѣрной кислотой или хлоръ-цинкъ-іодомъ, то лубяная часть пучка

окрашивается въ синій цвѣтъ, а древесная его часть — въ желтый цвѣтъ. Лубяная и древесная части пучка или непосредственно примыкаютъ другъ къ другу, тогда такой пучекъ называется **замкнутымъ** (см. рис. 211); или между

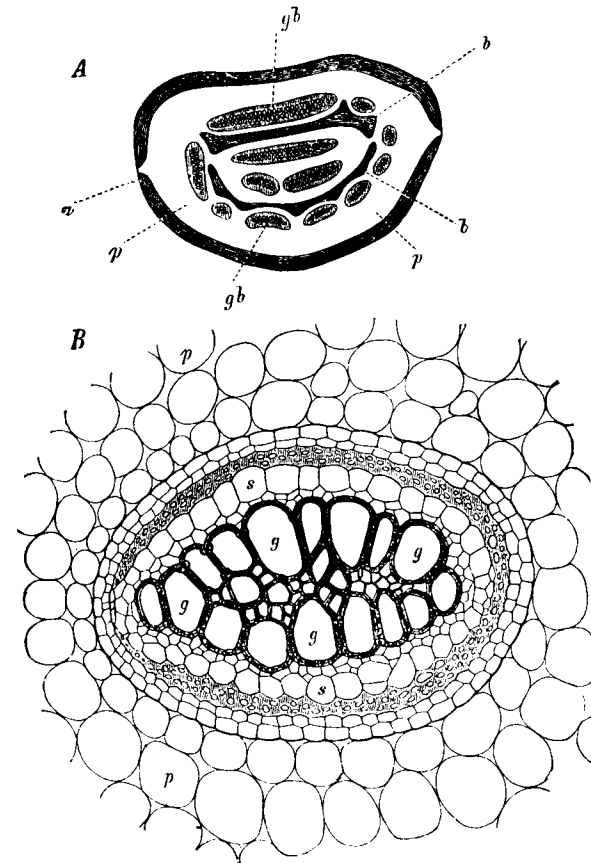


Рис. 207. А — поперечный разрѣзъ корневища папоротника *Pteris aquilina*: а, b — механическія ткани, gb — сосудистые пучки; В — поперечный разрѣзъ концентрическаго сосудистаго пучка изъ А: g — ксилема, s — флоэма.

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 прокаміальной ткани, залагающей въ перилембѣ. Камбій — это послѣдній остатокъ такой первичной прокаміальной ткани, ущемленной между флоэмой и ксилемой проводящаго пучка. Пучки, имѣющіе такую каміальную прослойку, называются **открытыми** сосудисто-волокнустыми пучками (см. рис. 208, 209) и способны къ дальнѣйшему разрастанію въ толщину, тогда какъ пучки замкнутые, не имѣющіе 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 каміальной, растетъ дальше 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 кнаружи, 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-

бавляется 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, подобіе 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-волокнустый 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 каміальныхъ 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 первыхъ тонкостѣнныхъ ситовидныхъ 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-волокнустый 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*); далѣ слѣдуютъ клѣтки древесной паренхимы (*e*) съ одревеснѣлыми утолщенными оболочками, плазматическимъ содержимымъ и туго набитыя крахмаломъ;

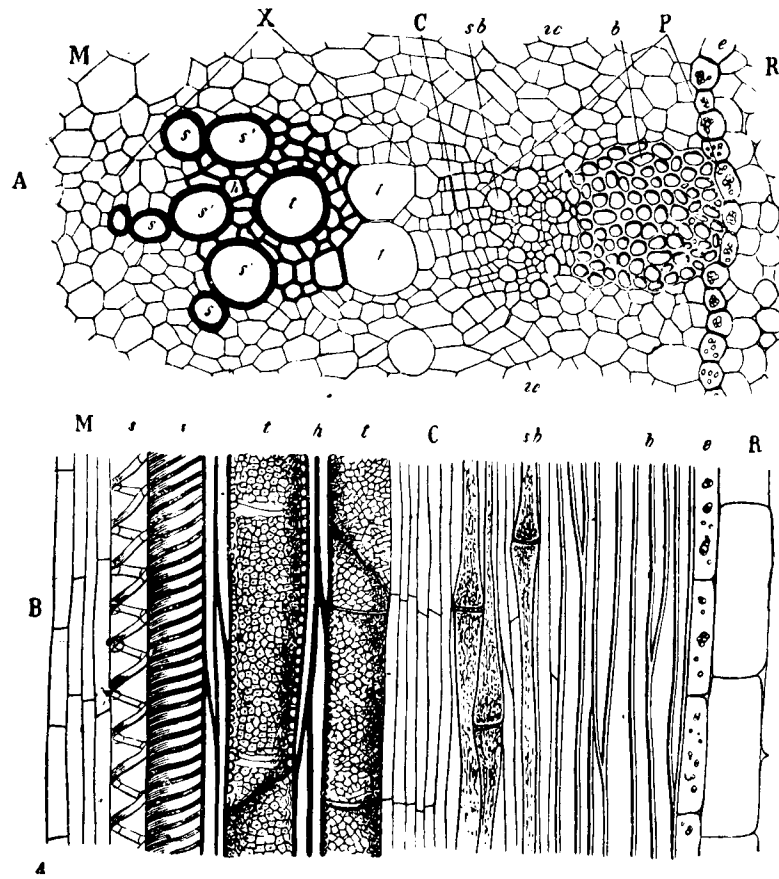


Рис. 208. А — поперечный разрѣзъ открытаго сосудисто-волокнистаго пучка изъ стебля подсолнечника (*Helianthus annuus*); В — продольный радиальный разрѣзъ того же пучка: М — сердцевина стебля, Х — древесина сосудистаго пучка, Р — его лубъ, С — камбій, R — кора стебля; s, s' — спиральные сосуды, t — точечные сосуды, t' — молодые точечные сосуды, еще образующіеся, b — волокна, sb — ситовидная трубка, b — волокновидныя клѣтки частнаго влагалища, e — общес крахмалоносное влагалище.

далѣ 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. толстостѣнными прозенхимными мертвыми элементами съ косыми щелями и съ тонкими поперечными перегородками. Всѣ эти гистологическіе элементы, отъ *b* до *h* включительно, составляютъ **древесину** или **ксилемную часть** проводящаго пучка. Вслѣдъ за симъ идетъ **камбій** (*i*), отдѣляющій древесину отъ луба, и

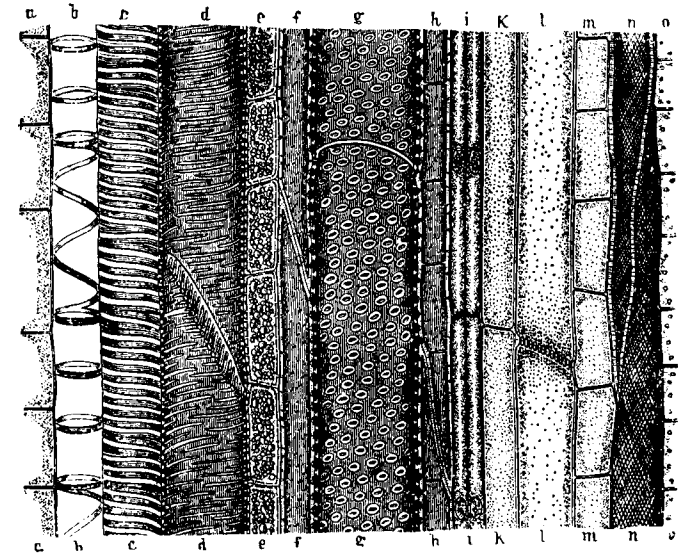


Рис. 209. Продольный разрѣзъ открытаго сосудисто-волокнистаго пучка изъ стебля двудольнаго растенія. Отъ *b* до *i* — древесинная, отъ *i* до *n* — лубяная часть пучка; *i* — раздѣляющій обѣ части камбій; *a* — паренхима сердцевины, *b* — сосудъ съ утолщеніемъ спиральнымъ, то кольчатымъ, *c* — спиральный сосудъ, *d* — сѣтчатый, *g* — точечный, *e* — древесная паренхима, *f* — древесныя волокна, *h* — древесныя волокна многокамерныя съ перегородками, *l* — ситовидная трубка, *k* — сопровождающія клѣтки, *m* — лубяная паренхима, *n* — лубяное волокно, *o* — паренхима первичной коры.

затѣмъ **лубяная часть пучка**, состоящая изъ ряда клѣтокъ *k*, только что отдѣлившихся отъ клѣтокъ камбія и вырастающихъ въ одинъ изъ лубяныхъ элементовъ или въ клѣткиспутницы, изъ ситовидныхъ трубокъ (*l*), изъ тонкостѣнной лубяной паренхимы (*m*) и изъ толстостѣнных прозенхимныхъ механическихъ элементовъ — лубяныхъ волоконъ (*n*). Справа къ лубу примыкаютъ клѣтки крахмалоноснаго 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.

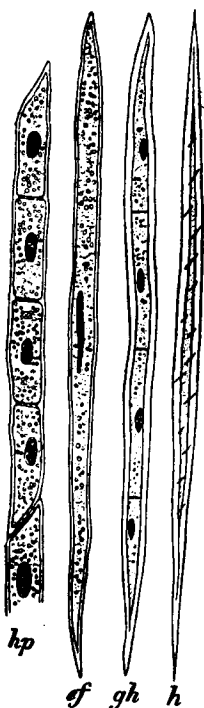


Рис. 210. Кѣтки вторичной древесины: *hp* — древесная паренхима, *ef* — замѣняющее волокно, *h* — волокно, *gh* — многокамерное волокно.

Изъ этихъ примѣровъ мы видимъ, что сосудисто-волокнистые пучки состоятъ и изъ элементовъ проводящей ткани (сосуды, ситовидныя трубки), и изъ элементовъ 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 древесныя 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 (*Cbf*), 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 замурованъ 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. Камбiальной 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 элементовъ

ситовидныя трубки. Проводящими элементами пучка въ древесинѣ будутъ главнымъ образомъ сосуды, трахеи или трахеиды, по которымъ идетъ восходящiй токъ, а въ лубѣ — ситовидныя трубки, по которымъ направляется нисходящiй токъ. Древесныя и лубяныя волокна, сосуды и трахеиды — элементы мертвыя;

ситовидныя трубки, древесная и лубяная паренхима — элементы живыя. Итакъ, сосудисто-волокнистый пучекъ состоитъ изъ разныхъ гистологическихъ элементовъ, живыхъ и мертвыхъ, проводящихъ воду и играющихъ роль механической ткани. У разныхъ растений эти гистологическiе элементы различнымъ образомъ группируются въ сосудисто-волокнистыхъ пучкахъ. Название „сосудисто-волокнистый пучекъ“ хотя и употреблено въ растительной анатомiи, но далеко не точно, такъ какъ часто такъ называютъ

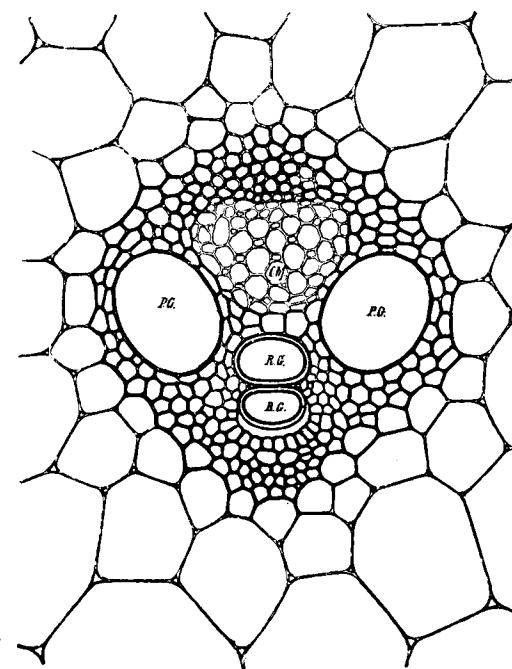


Рис. 211. Замкнутый сосудисто-волокнистый пучекъ изъ стебля кукурузы въ поперечномъ разрѣзѣ: *RG* — кольчатые сосуды, *PG* — точечные сосуды, *Cbf* — лубяная часть пучка; крупныя кѣтки по краямъ рисунка принадлежатъ мякоти или основной ткани, среди которой проходитъ сосудисто-волокнистый пучекъ.

сосудисто-волокнистые пучки лишены бывають именно сосудовъ. Хотя присутствiе различныхъ сосудовъ и весьма характерно для древесной части пучка, въ отличiе ея отъ лубяной части, но у многихъ растений отсутствуютъ сосуды и въ древесинѣ. У папоротникообразныхъ хотя есть типичныя проводящiе пучки съ флоэмой и ксилемой, но сосудовъ б. ч. нѣтъ. У голосъменныхъ древесина состоитъ главнымъ образомъ изъ древесныхъ волоконъ съ окаймленными порами, играющихъ 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*). Спиральные и кольчатые сосуды встрѣчаются въ проводящихъ пучкахъ нашихъ травянистыхъ растений, а у деревьевъ только близъ 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 крупные. Клѣтки древесной паренхимы, хотя имѣютъ и одревеснѣлыя 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.



Рис. 212. Вѣтка вяза съ листовыми слѣдами и почками на узлахъ.

Проводящіе пучки, проходящіе по стеблю, обыкновенно составляютъ продолженіе пучковъ, образующихъ жилки въ листьяхъ. Такіе пучки называются **общими**. Изъ каждаго 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, на примѣръ, и у другихъ однодольныхъ такіе общіе пучки изгибаются

въ стеблѣ дугообразно (см. рис. 213, *A*) и, пройдя двудольныхъ; 1, 2, 3 — основанія листьевъ или листовые слѣды, 1*m*, 2*m*, 3*m* — середина листьевъ, *m* — сердцевина, *r* — кора.

въ стеблѣ дугообразно (см. рис. 213, *A*) и, пройдя нѣсколько междуузлій внизъ, сливаются съ болѣе старыми сосудистыми пучками. У двудольныхъ обыкновенно общіе проводящіе пучки, выйдя изъ листа, тянутся внизъ отвѣсно; затѣмъ, пройдя нѣсколько междуузлій, они раздвоятся и сливаются направо и налево съ другими общими пучками (см. рис. 213, *B*). Бываютъ однако въ стеблѣ и пучки **спеціальныя**, которые идутъ лишь по стеблю и въ листья не заходятъ. Въ листьяхъ сосудисто-волокнистые пучки послѣ иногда многократныхъ вѣтвленій и анастомозъ оканчиваются свободно среди листовой мякоти тонкими, обѣд-

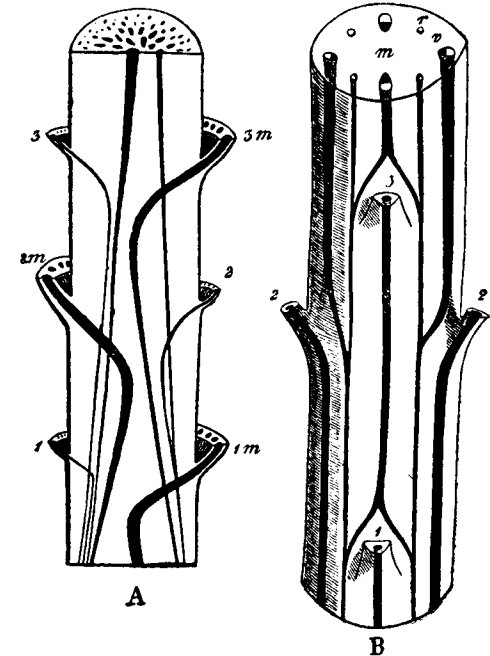


Рис. 213. Схема прохождения сосудистыхъ пучковъ: А — по пальмовому типу (однодольныхъ), В — по типу двудольныхъ; 1, 2, 3 — основанія листьевъ или листовые слѣды, 1*m*, 2*m*, 3*m* — середина листьевъ, *m* — сердцевина, *r* — кора.

ненными специальными элементами, окончаниями. Въ стебляхъ такія свободныя окончания пучковъ наблюдаются очень рѣдко.

Итакъ, проводящія 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, на примѣръ. 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 физиологическому 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 растеніе, 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 центрозома. 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 хроматинового вещества или наследственной массы обѣихъ сливающихся между собою половыхъ клѣтокъ. Ядро такой производной клѣтки, получившейся изъ слиянія двухъ клѣтокъ, образуется изъ первоначально бывшихъ самостоятельными двухъ ядеръ путемъ весьма

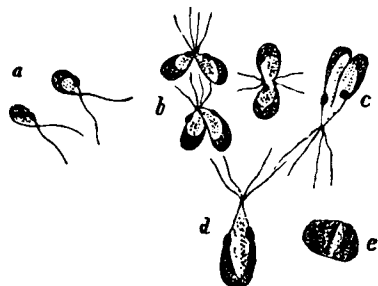


Рис. 214. Копуляція равнозначущихъ гаметъ водоросли: *a-d* — послѣдовательныя стадіи этого процесса, *e* — клѣтка, образовавшаяся путемъ копуляціи двухъ гаметъ (зигоспора или изоспора).

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 слияніи 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 условий существованія, на примѣръ, подъ осень или среди лѣта, когда водоему, въ которомъ живутъ водоросли, грозитъ опасность высохнуть. Тогда водоросли, вмѣсто бесполовыхъ зоогонидій, образуютъ голая 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 покоящаяся клѣтка можетъ пережить засуху, зиму, очень высокую или очень низкую температуру, и прорастаетъ въ новое растение лишь послѣ возвращенія обычныхъ условий существованія водорослей, т. е., на примѣръ, послѣ наступленія дождливаго времени вслѣдъ за б. и. м. продолжительной засухой, или по окончаніи зимы, съ наступленіемъ весенняго времени.

Голая половыя клѣтки водорослей могутъ быть очень похожи на бесполоыя зоогонидіи. Только ихъ образуется обыкновенно больше числомъ въ каждой производящей ихъ клѣткѣ, чѣмъ бесполоыхъ зоогонидій, и онѣ б. ч. мельче послѣднихъ. Такія половыя 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 результатъ получается покоящаяся клѣтка, называемая **изоспорой** или **зиготой** (см. рис. 215, 8), а самый процессъ этотъ называется **копуляціей** или **изога-**

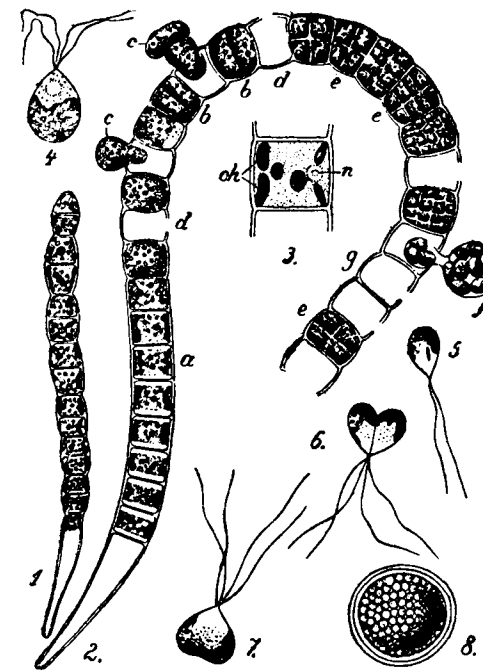


Рис. 215. Нитчатая водоросль — *Ulothrix zonata*: 1 — молодая нить; 2 — болѣе старая нить съ зооспорами и гаметами, *a* — вегетативныя клѣтки, *b* — начинающееся образование зооспоръ, *c* — выходъ зооспоръ, *d, g* — опорожненныя клѣтки, *e* — образование гаметъ, *f* — выходъ гаметъ; 3 — вегетативная клѣтка, *n* — ядро, *ch* — хлорофильныя зерна; 4 — зооспора, 5 — гамета, 6 и 7 — копуляція гаметъ, 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 сливающиеся 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 изогамии 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 наследственнымъ свойствамъ своимъ клѣтки. Имѣя одинаковыя видовыя наследственныя свойства, половыя клѣтки эти имѣютъ однако же разныя индивидуальныя особенности, которыя комбинируются между собою въ клѣткѣ оплодотворенной и въ результатъ даютъ новыя хотя бы и весьма незначительныя индивидуальныя отклоненія въ слѣдующемъ поколѣнїи. Накопленіе же изъ поколѣнїя въ поколѣнїе такихъ новыхъ индивидуальных и полезныхъ для организма отклоненій, передаваемыхъ по наследству, 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-

чушихъ гаметы, т. е. одна мелкая гамета съ одной крупной, и въ этихъ случаяхъ никогда не замѣчали, чтобы попарно сливались между собою двѣ мелкія гаметы или двѣ крупныя, 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 болѣе нѣсколькихъ сперматозоидовъ; *В* — пучекъ сперматозоидовъ сверху при болѣемъ увеличеніи, *С* — онъ-же сбоку, *Д* — отдѣльные сперматозоиды или живчики.

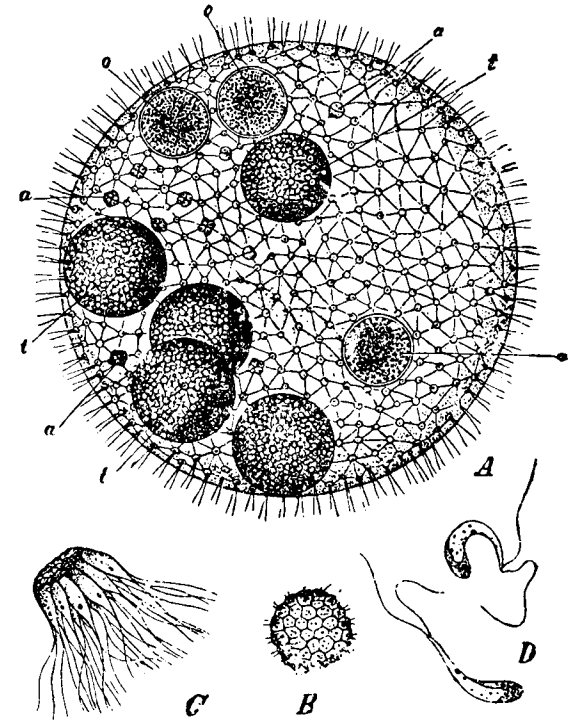


Рис. 216. Оплодотвореніе колониальной водоросли *Volvox aureus*: *A* — взрослая колонія съ пятью дочерними маленькими колоніями (*t*), тремя оплодотворенными оогоніями (*o*) и нѣсколькими спермогоніями (*a*), въ которыхъ образуются пучки сперматозоидовъ; *B* — пучекъ сперматозоидовъ сверху при болѣемъ увеличеніи, *C* — онъ-же сбоку, *D* — отдѣльные сперматозоиды или живчики.

У наиболѣе развитыхъ водорослей раздѣленіе половыхъ клѣтокъ совершенно одинаковы по величинѣ и по количеству хроматина (наследственной массы), но въ женскихъ клѣткахъ больше цитоплазмы или, точнѣе говоря, трофоплазмы, т. е. питательной плазмы, чѣмъ въ клѣткахъ мужскихъ.

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

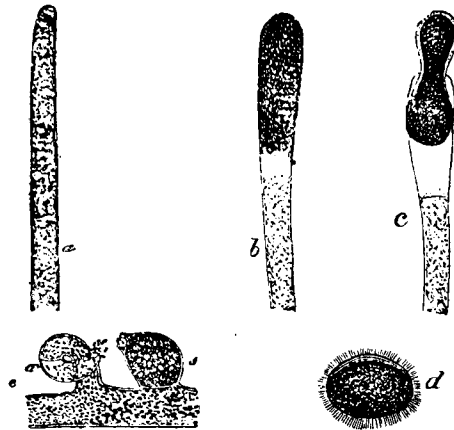


Рис. 217. Нитчатая водоросль — *Vaucheria clavata*; *a* — конецъ вегетативной нити, *b* — конецъ нити булабовидно надувается передъ образованіемъ зооспоры, *c* — выходъ зооспоры, *d* — зооспора, *e* — половые органы: *a* — спермогоній, *s* — оогоній.

движенію протопластовъ, богатыхъ трофоплазмой и различными питательными въ ней включениями. 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 изобиліи 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

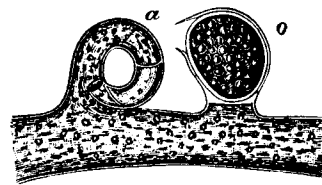


Рис. 218. Половые органы нитчатой водоросли — *Vaucheria sessilis*: *a* — спермогоній, *o* — оогоній съ яйцомъ внутри.

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 содержимое 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 растений также имѣются половые органы, мужскіе, производящіе антерозоиды, и женскіе, внутри которыхъ образуется всегда по одному яйцу. Но половые органы мховъ и папоротни-

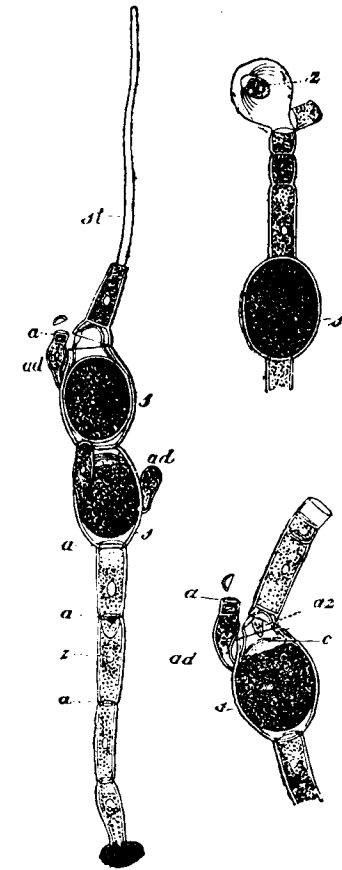


Рис. 219. Оплодотвореніе нитчатой водоросли эдогонія (*Oedogonium*): *a* — клѣточные поперечныя перегородки, *s* — оогоній съ яйцомъ или оосферой, *c* — воспринимающее пятно оогонія, *z* — живчикъ или антерозоидъ, *ad* — карликовое добавочное мужское растеньеце, *az* — вторичный живчикъ, *st* — щетинка или seta.

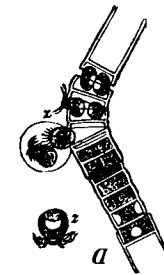


Рис. 220. Спермогоніи водоросли *Oedogonium* съ выходящими изъ нихъ живчиками или сперматозоидами (*z*).

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⁾.

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

Рис. 221. Антеридій папоротника: *b* — клѣтка стѣнки антеридія, *c, c* — антерозоиды или живчики.

(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

1) У водорослей женскіе органы, какъ одноклѣтныя, 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 несправедливо, а потому я и не называю мужскіе органы водорослей антеридіями, а даю имъ самостоятельное названіе — спермогоніи, аналогичное оогоніямъ водорослей.

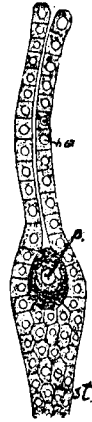
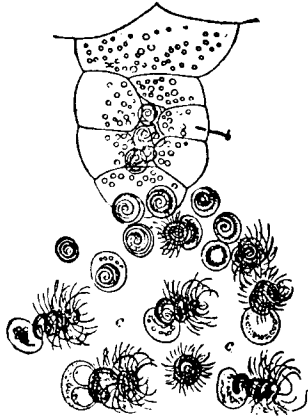


Рис. 222. Архегоній мха: *st* — многокѣтная ножка архегонія, *o* — яйцо или оосфера, *hw* — клѣтки стѣнки шейной части архегонія.

въ водѣ, отыскиваютъ женскіе половыя 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 слияніи, 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 результатѣ женское яйцо оплодотворено. У водорослей оно окружается тогда оболочкой, часто двойной, толстой, и переходитъ въ покоящееся состояніе. Оплодотворенное яйцо водорослей именуется **ооспорой** (см. рис. 223, *C*), а самъ процессъ на-

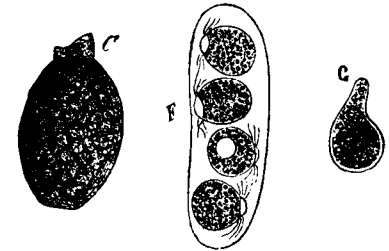


Рис. 223. *C* — Ооспора водоросли *Oedogonium*; *F* — четыре безполыхъ зоогонидіи, образующіяся путемъ четвертованія при прорастаніи ооспоры; *G* — прорастающая безполая зоогонидія.

зывается **оогаміей** (см. рис. 216, 217, 218, 219), въ противоположность **изогаміи** (см. рис. 214, 215), когда оплодотворенная клѣтка получилась путемъ слиянія 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 безполыми зооспорами, либо плазматическое содержимое ооспоры повторно дѣлится нѣсколько разъ (обыкновенно на четыре голыхъ протопласта) и выходитъ наружу изъ оболочки ооспоры въ видѣ безполыхъ зооспоръ (см. рис. 223, *F*), которыя, про-

плававъ нѣкоторое время, осѣдаютъ, втягиваютъ рѣснички, высачиваютъ оболочку и прорастаютъ (см. рис. 223, G), образуя производящую 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, производившее 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-

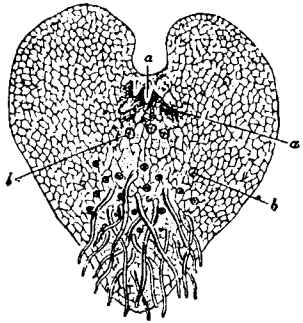


Рис. 224. Половое поколѣніе или предростокъ папоротника съ нижней стороны: a, a — архегоніи, b, b — антеридіи среди ризоидовъ или корневыхъ волосковъ.

ныхъ мы видимъ интересное явленіе — **чередованія поколѣній**, отсутствующее у водорослей. Водоросли могутъ размножаться и безполыми 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 влияніемъ 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 влияніемъ 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 каріокинеза. Разница лишь въ обстановкѣ полового акта и въ его результатѣ. У мховъ и папоротникообразныхъ, называемыхъ **архегоніатными растеніями**, половой актъ происходитъ при помощи сложно устроенныхъ многоклѣтныхъ половыхъ органовъ, а у водорослей при помощи органовъ одноклѣтныхъ. Результатомъ полового акта водорослей является покоящаяся изоспора или ооспора, а у архегоніатныхъ растений оплодотворенное яйцо немедленно приступаетъ къ дѣленію, развивается въ зародышъ, и далѣе зародышъ этихъ растений, безъ всякаго періода покоя, развивается въ взрослое растеніе (см. рис. 225), но не похожее на растеніе его производившее и не способное къ размноженію половымъ путемъ. Это новое безполое поколѣніе производитъ одноклѣтныя споры, одѣтыя двумя оболочками и способныя къ покоящемуся состоянію, къ перенесенію неблагоприятныхъ условий существованія. Такимъ образомъ у архегоніатныхъ растений приспособленіе къ перенесенію неблагоприятныхъ условий существованія передвинуто совершенно въ

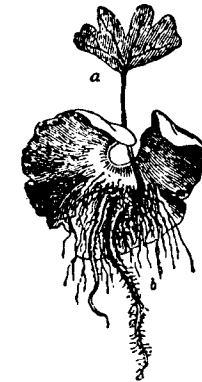


Рис. 225. Молодой папоротникъ съ предросткомъ, на которомъ онъ возникъ; a — первый листъ; b — корень.

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 предъидущимъ, 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 приспособленіе полового акта. У самыхъ низшихъ растеній, у **амѣбодидныхъ** (амѣбы, вампирелли, миксомицеты) полового акта совсѣмъ нѣтъ. У низшихъ водорослей мы видимъ явленіе изогаміи, т. е. половой актъ состоитъ въ сляніи 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 сляніи подвижнаго мелкаго, почти лишенаго 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 яицъ, а самая сущность оплодотворенія состоитъ въ сляніи 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 физиологическими 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 физиологическія 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 признакамъ 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 цвѣтковыхъ растений.

Высшія **цвѣтковыя растенія** начинаютъ индивидуальную жизнь свою такъ же съ одной единственной оплодотворенной яйцеклѣтки, какъ и водоросли, мхи и папоротникообразныя. **Яйцеклѣтка** цвѣтковыхъ растений такая же голая клѣтка, какъ оосферы водорослей и яйца архегоніатныхъ растений, мужская же половая клѣтка, оплодотворяющая яйцеклѣтку, здѣсь потеряла 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 растений, образуетъ **зародышъ** будущаго растенія. Яйцеклѣтки цвѣтковыхъ растений 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 растений 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 безполюя споры архегоніатныхъ растений. Біологически ооспоры водорослей, безполюя споры архегоніатныхъ растений и сѣмена цвѣтковыхъ растений аналогичны, ибо все это стадіи покоя растений, но морфологически и генетически образованія эти далеко не равнозначущи. **Ооспора** водорослей (см. рис. 223, С) — непосредственный продуктъ оплодотворенія, и изъ ооспоры, послѣ ея прорастанія, развивается та же водоросль или ея безполюя зоогонидии (см. рис. 223, F). **Споры** мховъ и папоротникообразныхъ — продукты размноженія **безполага** или **спорофитнаго поколѣнія** этихъ растений, отличающагося морфологически отъ **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 безполага. И ооспоры водорослей, и безполюя споры архегоніатныхъ растений — **одноклѣтныя образованія**. **Сѣмена** цвѣтковыхъ растений являются, подобно ооспорамъ водорослей или подобно цѣлому безполному поколѣнію архегоніатныхъ растений, продуктами оплодотворенія. Это образованіе 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 плодущие листья, соответствующие споролистикам архегоніатныхъ растений. Сначала помѣщаются мужскіе плодостики или тычинки, а выше, на вершинѣ цвѣточной оси, сидятъ женскіе плодостики, образующіе одинъ или нѣсколько пестиковъ цвѣтка.

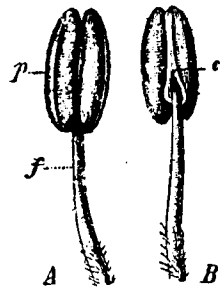


Рис. 226. Тычинка: *A* — спереди, *B* — сзади; *f* — тычиночная нить, *p* — пыльникъ, *c* — связникъ или спайникъ.

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,

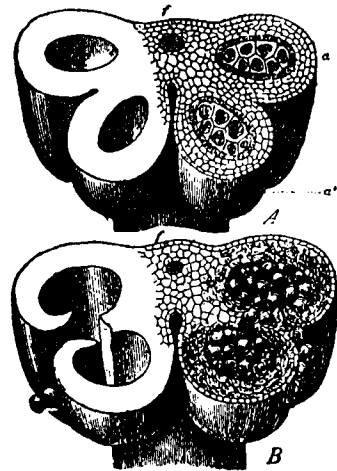


Рис. 227. Строепіе пыльника покрытосѣменнаго растенія. *A* — поперечный разрѣзъ пыльника до вскрыванія, *B* — послѣ раскрыванія; *f* — спайникъ, *a*, *a'* — пыльцевой мѣшокъ; въ *A* — пыльца еще развивается, въ *B* — она готова.

т. е. изъ цитоплазмы, ядра и пластидъ. Въ протоплазмѣ пыльцы наблюдаются обыкновенно крахмальныя зерна, капельки масла и другія питательныя вещества. Одѣта пыльца, такъ же, какъ и безполыя споры папоротникообразныхъ, двумя оболочками. Внутренняя оболочка тонкая, целлюлѣзная и называется **интиной**; наружная же оболочка пыльцы толстая, съ различными наружными утолщеніями и узорами; она пропитана пробковымъ веществомъ и называется **экзиной**. 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 гомологична мужскимъ половымъ органамъ низшихъ растений — спермогоніямъ водорослей и антеридіямъ мховъ и папоротникообразныхъ. Тычинка есть мужской лишь споролистикъ или плодостикъ, производящій мужскія споры или пыльцу. Пыльца же не есть мужской половой продуктъ или мужская клетка, гомологичная живчикамъ водорослей, мховъ или папоротниковъ. Хотя пыльца и одноклетное образование, но это не мужская еще оплодотворяющая клетка; 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. Прорастаніе 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

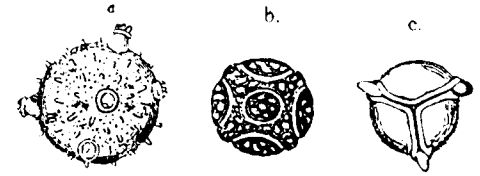


Рис. 228. Пыльца различныхъ цвѣтковыхъ растеній.

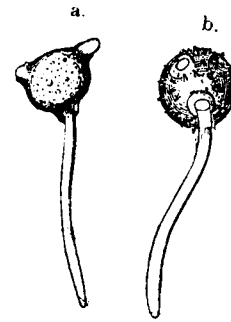


Рис. 229. Прорастаніе пыльцы, выпускающей пыльцевую трубочку.

при дальнѣйшемъ ея развитіи. Если пыльцу помѣстить, напримеръ, на сочную поверхность арбузной корки или въ сахарный сиропъ, то пыльца начинаетъ прорастать. Прорастаніе 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

эксину, 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 заранее 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

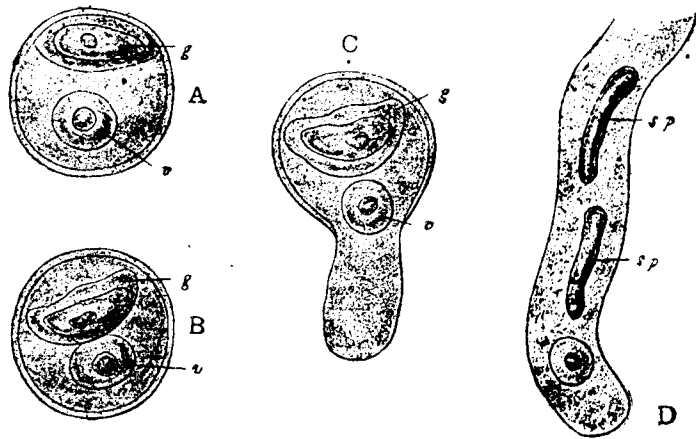


Рис. 230. Развитие генеративныхъ клѣтокъ или сперматозоидовъ въ пыльцевой клѣткѣ покрытосѣменнаго растенія: *A* и *B* — пыльцевая клѣтка съ вегетативною (*v*) и генеративною (*g*) клѣтками; *C* — начало образованія пыльцевой трубочки; *D* — конецъ пыльцевой трубочки съ двумя генеративными ядрами или сперматозоидами (*sp*); впереди нихъ въ пыльцевой трубочкѣ вегетативное ядро.

двое тонкой, даже не целлюлѣзной, 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

вегетативное ядро и два ядра генеративныхъ (*sp*), собственно двѣ свободныхъ голыхъ генеративныхъ клѣтки, состоящихъ главнымъ образомъ изъ



Рис. 231. Зрѣлый сперматозоидъ *Ginkgo biloba*; увеличенный въ 520 разъ.

своему происхожденію, такъ и по назначенію, сперматозоидамъ водорослей, мховъ и папоротникообразныхъ. Онѣ, правда, лишены рѣсничекъ и свободного активного движенія, онѣ остаются въ пыльцевой трубочкѣ, въ ея нижнемъ концѣ, но несомнѣнно, что это тѣ же сперматозоиды или мужскія половыя клѣтки. У нѣкоторыхъ голосѣменныхъ растений, 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 растений 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 растений соответствуетъ не пыльца цвѣт-

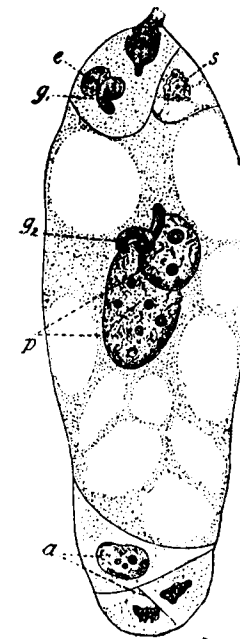


Рис. 232. Зародышевый мѣшокъ покрытосѣменнаго растенія и двойное оплодотвореніе: *e* — яйцеклѣтка, *s* — синергида, *a* — антиподы, *p* — полярныя ядра, образующія вторичное ядро, *g*₁, *g*₂ — генеративныя клѣтки, производящія червеобразныя движенія.

венно двигаются мужскіе протопласты (см. рис. 232, *g*₁, *g*₂). Итакъ, голымъ мужскимъ половымъ клѣткамъ водорослей и архегоніатныхъ растений соответствуетъ не пыльца цвѣт-

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

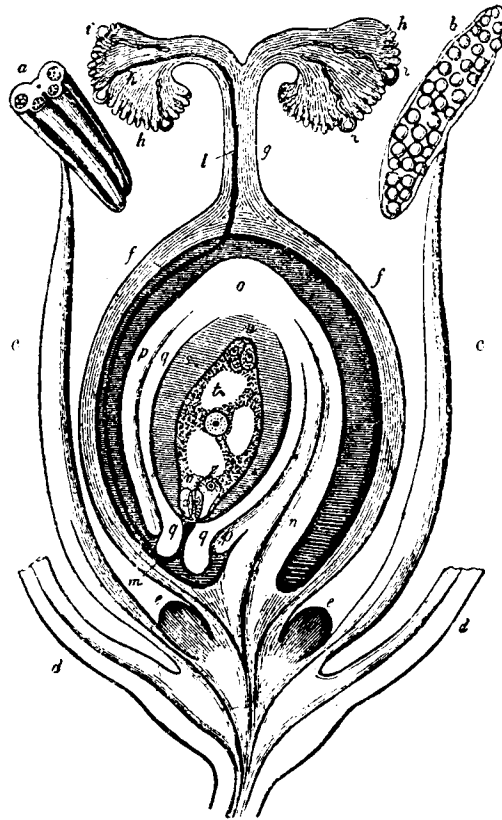


Рис. 233. Схема оплодотворенія покрытосѣменнаго растенія: *d* — основаніе цвѣточнаго покрова; *c, c'* — двѣ тычинки, пыльникъ одной (*a*) разрѣзанъ поперекъ, а другой (*b*) вдоль; *e, e'* — нектарники; *f* — завязь, *g* — столбикъ, *h* — рыльце. Въ завязи одна обратная сѣмяпочка (*o*): *n* — сѣмяножка, *p* — внѣшній, *q* — внутренній покровъ сѣмяпочки, *s* — ядро яйца или сѣмяпочки, *l* — вакуоли зародышеваго мѣшка; въ верхнемъ концѣ зародышеваго мѣшка (*m*) находятся три клѣтки антиподы, а внизу зародышеваго мѣшка, близъ микропиле (*z*) — яйцеклѣтка (*z*) и двѣ вспомогательныя клѣтки или синергиды (*v*); *i* — пылинки, выпускающія на рыльцѣ пылевые трубочки; одна изъ нихъ (*l*) тянется черезъ столбикъ и завязь до микропиле (*m*) или сѣмяножки 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 высшихъ 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 растеній, а изъ завязи образуется плодъ. Для простоты на нашемъ рисункѣ изображена одна всего сѣмяпочка (*o*) внутри завязи.

Сѣмяпочка залагается внутри завязи въ видѣ бугорка сначала однообразной паренхимной ткани (см. рис. 234, *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

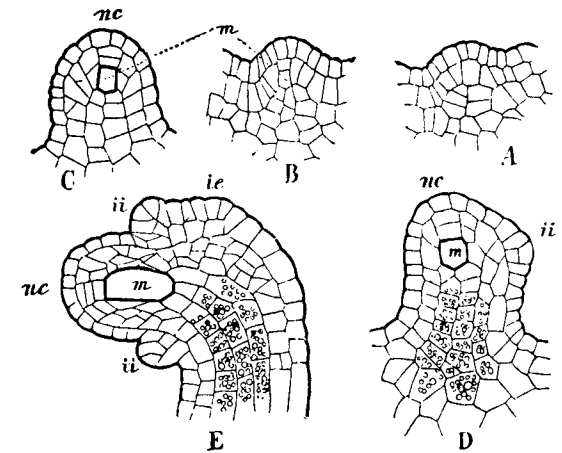


Рис. 234. Развитие согнутой сѣмяпочки красной смородины (*Ribes rubrum*): *A—F* — послѣдовательныя стадіи развитія; *m* — археспорій (материнская клѣтка зародышеваго мѣшка); *nc* — nucellus или ядро сѣмяпочки; *ii* — внутренній покровъ или интегументъ сѣмяпочки; *ie* — внѣшній ея покровъ.

(см. рис. 234, D, E, и, 235, i) разрастается снизу вверх и обрастаетъ вокругъ сѣмяпочки въ видѣ такъ называемаго

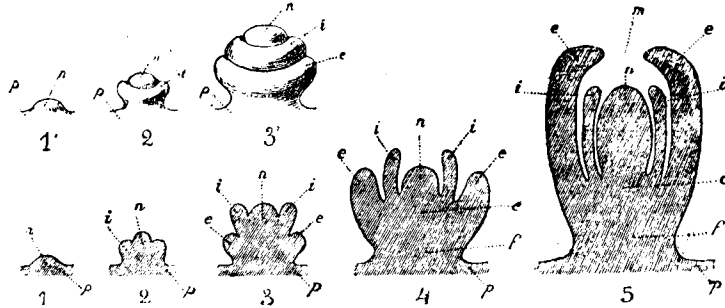


Рис. 235. Развитие прямой сѣмяпочки: 1—5 — послѣдовательныя стадіи развитія сѣмяпочки въ продольномъ разрѣзѣ, 1'—3' — наружный видъ сѣмяпочки въ соответствующихъ стадіяхъ развитія: *p* — плацента или сѣмяносецъ, *n* — ядро сѣмяпочки, *e* — наружный покровъ сѣмяпочки, *i* — внутренний ея покровъ, *f* — сѣмяножка, *c* — халаза, *m* — микропиле.

внутренняго покрова сѣмяпочки. Вскорѣ за этимъ валикомъ у основанія сѣмяпочки появляется второй валикъ паренхимной ткани (см. рис. 234, E, и, 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 отверстіе, называемое **семязходомъ** 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, e). 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 отверстіе (*e*), называемое сѣмяходомъ или микропиле.

Подъ покровами сѣмяпочки располагается ядро или основа сѣмяпочки (*b*). Эта основа сѣмяпочки или ядро ея состоитъ изъ однообразной паренхимной ткани, часто запол-

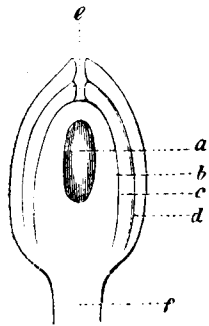


Рис. 236. Схематическое изображеніе прямой сѣмяпочки: *f* — сѣмяножка, *d* — наружный, *c* — внутренний покровъ, *b* — ядро сѣмяпочки, *a* — зародышевый мѣшокъ, *e* — микропиле или сѣмявходъ.

ненной питательными веществами, и среди однообразныхъ клѣтокъ этой ткани выдѣляется одна очень крупная клѣтка (*a*), называемая зародышевымъ мѣшкомъ.

Таково происхожденіе 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 соответствующими буквами обозначены тѣ же части, что и у сѣмяпочки прямой на рис. 236. Итакъ, прямой или атропной сѣмяпочкой называется 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, 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

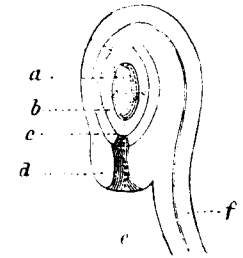


Рис. 237. Схематическое изображеніе обратной сѣмяпочки: *f* — сѣмяножка, *d* — наружный, *e* — внутренний покровъ, *b* — ядро сѣмяпочки, *a* — зародышевый мѣшокъ, *c* — микропиле или сѣмявходъ.

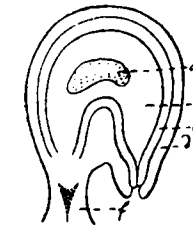


Рис. 238. Схематическое изображеніе согнутой или полуобращенной сѣмяпочки: *f* — сѣмяножка, *d* — наружный, *c* — внутренний покровъ, *b* — ядро сѣмяпочки, *a* — зародышевый мѣшокъ.

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

сѣмяпочки (*s*), среди котораго лежитъ большой зародышевый мѣшокъ, а микропиле или сѣмявходъ (*m*) этой сѣмяпочки обращенъ внизъ и приходится близъ сѣмяножки (*n*). У многихъ растений сѣмяпочка имѣетъ два покрова, но нерѣдко

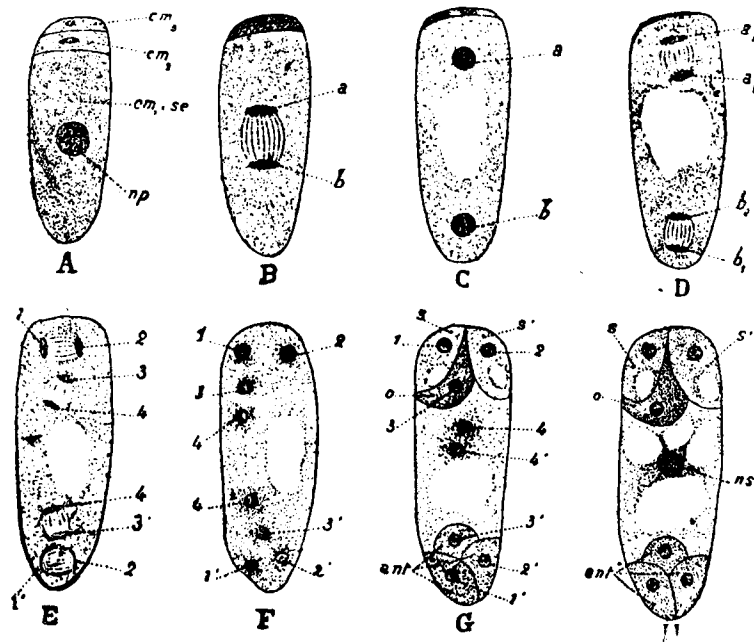


Рис. 239. Развитие зародышевого мѣшка въ сѣмяпочкѣ *Ruta graveolens* (схематизировано). *A* — очень молодой зародышевый мѣшокъ съ ядромъ *np*. *B* — ядро зародышевого мѣшка дѣлится на два дочернія ядра (*a* и *b*). *C* — зародышевый мѣшокъ съ двумя ядрами *a* и *b*. *D* — дѣленіе ядеръ *a* и *b*. *E* — 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 растения, 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, cm2, cm3*) зародышевого мѣшка, такъ и близъ лежащія клѣтки ядра сѣмяпочки вытѣсняются сильно разрастающимся дальше зародышевымъ мѣшкомъ (*cm1-se*). На фиг. *A, B* и *C* рис. 239 видны остатки вытѣсненныхъ сестринскихъ клѣтокъ зародышевого мѣшка (*cm2, cm3*), и на фиг. *A* виденъ молодой зародышевый мѣшокъ, наполненный плазмой и съ ядромъ (*np*) посрединѣ. На фиг. *B* видна дальнѣйшая судьба ядра зародышевого мѣшка. Ядро это дѣлится на два ядра путемъ каріокинеза, и дочернія ядра эти (*a* и *b*) расходятся теперь къ обоимъ концамъ или полюсамъ зародышевого мѣшка, какъ видно на рис. *C*. Вмѣстѣ съ тѣмъ въ плазмѣ зародышевого 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 зародышевого мѣшка 8 свободныхъ ядеръ, 4 ядра на одномъ концѣ (фиг. *F, 1, 2, 3, 4*) и 4 ядра на другомъ концѣ зародышевого мѣшка (фиг. *F, 1', 2', 3', 4'*). Послѣ такого дѣленія, по три ядра на каждомъ полюсѣ зародышевого мѣшка окружаются цитоплазмой, и внутри зародышевого мѣшка образуются путемъ такъ называемаго свободного образованія шесть голыхъ клѣтокъ, лежащихъ среди цитоплазмы зародышевого 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 зародышевого мѣшка (*ns* на фиг. *H*). Шесть голыхъ клѣтокъ, образовавшихся на полюсахъ зародышевого мѣшка, по три клѣтки на каждомъ полюсѣ, образуютъ: три клѣтки на полюсѣ, обращенномъ къ микропиле, такъ называемый **яйцевой аппаратъ** зародышевого мѣшка, а три другихъ клѣтки на противоположномъ полюсѣ такъ называемые **антиподы** (*ant* на фиг. *G* и *H*). Яйцевой же аппаратъ зародышевого 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-

зуются нѣсколько вакуоль, наполняющихся клѣточнымъ сокомъ, а посрединѣ плазмы лежитъ вторичное ядро (*m* 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 соответствуетъ оосферѣ водорослей и яйцу архегонія 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, причеиъ 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 растения, но не на рыльце своего же цвѣтка. Попавъ на рыльце пестика, пыльца прорастаетъ на немъ такъ же, какъ на рыхлой ткани арбузной корки, въ пыльцевую трубочку, и

пыльцевая трубочка эта начинаетъ вѣдряться, 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 зародышевого мѣшка этой сѣмяпочки, близъ микропиле, помѣщается яйцевой аппаратъ, состоящій изъ яйцеклѣтки (*z*) и двухъ синергидъ (*v*), а на противоположномъ верхнемъ концѣ зародышевого мѣшка помѣщаются три антиподы (близъ буквы *u*); зародышевый мѣшокъ заполненъ зернистой плазмой, посрединѣ его находится вторичное ядро съ ядрышкомъ, а въ плазмѣ зародышевого мѣшка мы видимъ три вакуоли, заполненные клѣточнымъ сокомъ, изъ которыхъ верхняя вакуоль обозначена буквой *l*.

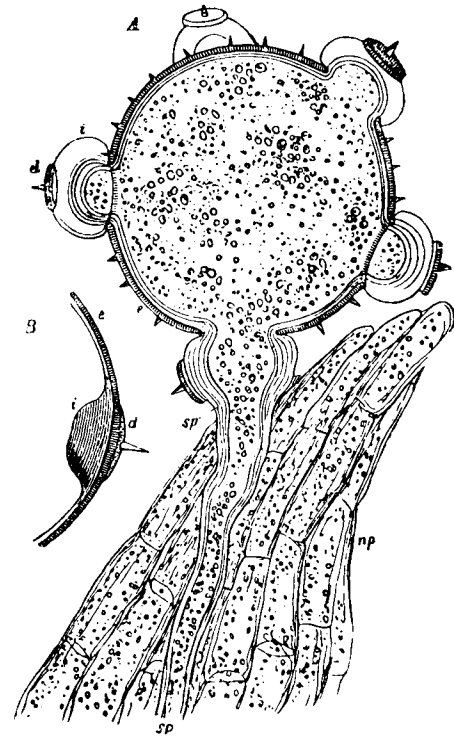


Рис. 240. *A* — прорастаніе пыльцы тыквы на рыльцѣ (*np*) того-же растения. Наружная оболочка имѣетъ нѣсколько отверстій, прикрытыхъ крышечками. Внутренняя оболочка (интина) выходитъ черезъ одно изъ отверстій въ видѣ длинной пыльцевой трубочки. *B* — часть оболочки: *i* — интина, *e* — экзина, *d* — 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 перекечывають изъ пыльцы и вегетативное ядро, и образовавшіяся дѣленіемъ двѣ голыя генеративныя 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 выскальзываютъ изъ пыльцевой трубочки и проникають 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 погибають, 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 зародышевого 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-

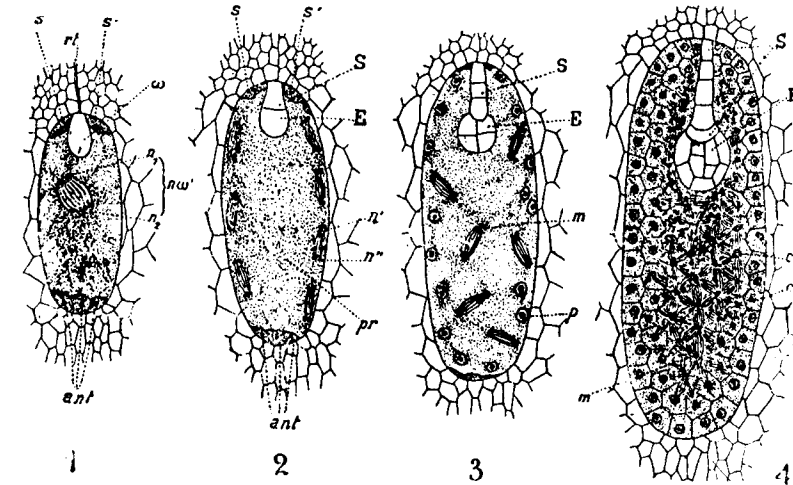


Рис. 241. Развитіе зародыша и эндосперма въ зародышевомъ мѣшкѣ (схема). 1 — ядро зародышевого мѣшка (*nc'*) дѣлится на два ядра (*n₁* и *n₂*). 2 — дальнѣйшія послѣдовательныя дѣленія ядеръ; яйцеклѣтка раздѣлилась на двѣ клѣтки *S* и *E*. 3 — изъ клѣтки *S* образуется подвѣсокъ, а изъ *E* зародышъ; въ полости зародышевого мѣшка продолжаются дѣленія ядеръ. 4 — зародышевый мѣшокъ почти выполненъ клѣтками, образовавшимися путемъ возникновенія перегородокъ между ядрами. *w* — яйцеклѣтка, *rt* — остатокъ пыльцевой трубочки, *pr* — протоплазма зародышевого мѣшка, *m* — дѣлящіеся 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 зародышевого мѣшка тоже приступаетъ къ дѣленію (см. рис. 241, 1, *nc'*), и изъ него, путемъ каріокINETического дѣленія, образуются сначала два ядра (*n₁*, *n₂*); они дѣлятся въ свою очередь далѣе, и это дѣленіе ядеръ внутри плазмы зародышевого 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

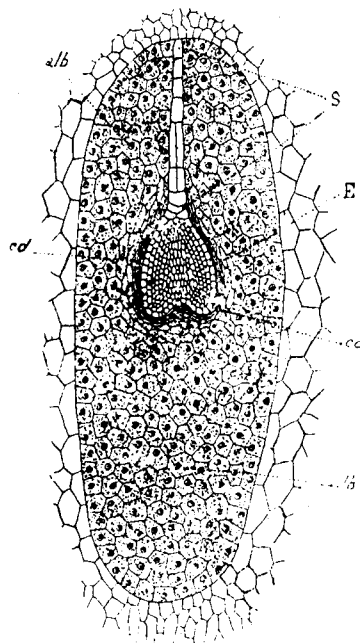


Рис. 242. Зародышевый мѣшокъ съ эндоспермомъ (*alb*) и зародышемъ (*E*) съ подвѣскомъ (*S*) (схема позднѣйшей стадіи развитія, являющейся продолженіемъ стадій, изображенныхъ на рис. 241).

массу паренхимныхъ клѣтокъ, выполняющихъ всю полость зародышевого мѣшка, еще свободную отъ разрастающагося въ мѣшкѣ этого самого зародыша. Это явление называется **многообразованіемъ клѣтокъ**, и рис. 243 показываетъ въ увеличенномъ видѣ часть протоплазматического стѣнокположного 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, образуемая 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

плода 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.

Слѣдствіемъ двойного оплодотворенія у цвѣтковыхъ растеній является не только образованіе зародыша изъ оплодотворенной яйцеклѣтки и эндоспермной и периспермной ткани внутри

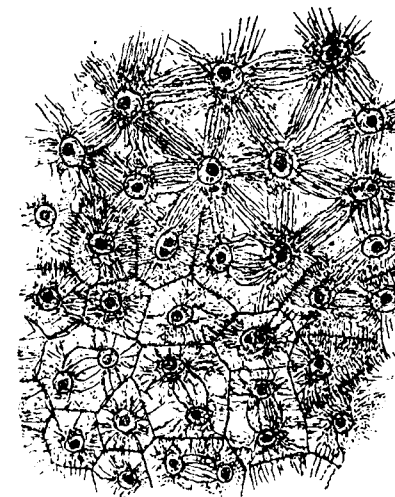


Рис. 243. Образованіе эндосперма путемъ свободного образованія клѣтокъ внутри зародышевого мѣшка резеды (*Reseda odorata*).

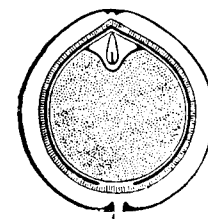


Рис. 244. Плодъ и сѣмя перца (*Piper nigrum*) въ продольномъ разрѣзѣ (*a*). Периспермъ обозначенъ пунктиромъ. Эндоспермъ оставленъ бѣлымъ, и въ немъ лежитъ небольшой зародышъ съ двумя сѣмядолями.

является дальнѣйшее развитіе сѣмяпочки въ готовое сѣмя, а завязи пестика въ плодъ. 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 развитого зародыша. Такія сѣмена называются **безбѣлковыми** или **безъэндоспермовыми**. У дру-



Рис. 245. Сѣмя свеклы (*Beta vulgaris*) съ внутреннимъ бѣлкомъ или эндоспермомъ (*e*): *e* — сѣмядоли зародыша, *r* — его корешокъ.

гихъ сѣмянъ начинающій развиваться зародышъ не успѣ-

васть 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, заполнены 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 условия существованія и переходить въ б. и. м. продолжительную стадію покоя или такъ называемой **скрытой жизни** (vie latente).

Въ Книжномъ Магази́нѣ М. Миллистфера

Юрьевъ Лифл., Русская ул. д. № 15

продаются слѣдующія сочиненія:

- Проф. Н. И. Кузнецовъ.** Основы ботаники. По лекціямъ, читаннымъ въ Императорск. Юрьевскомъ Университетѣ. Пособіе для слушателей и слушательницъ высшихъ учебныхъ заведеній, для преподавателей среднихъ учебныхъ заведеній и для самообразованія. Томъ I, съ 245 рис. въ текстѣ. Цѣна 1 р. 80 коп. Томъ II, съ 405 рис. въ текстѣ. Цѣна 3 рубля. (Складъ изданія).
- Проф. Н. И. Кузнецовъ.** Введеніе въ систематику цвѣтковыхъ растений. По лекціямъ, читаннымъ въ Императорскомъ Юрьевскомъ Университетѣ. Пособіе для слушателей и слушательницъ высшихъ учебныхъ заведеній и для самообразованія. Съ 610 рисунками въ текстѣ. Цѣна 5 р. 40 к. (Складъ изданія).
- Проф. Н. И. Кузнецовъ.** Въ дѣбряхъ Дагестана. Съ картой Дагестана и 38-ю рисунками въ текстѣ. Цѣна 3 рубл.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ.** Нагорный Дагестанъ и значеніе его въ исторіи развитія флоры Кавказа. Съ 4-мя картами. Цѣна 50 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ.** Принципы дѣленія Кавказа на ботанико-географическія провинціи. Съ 2-мя картами. Цѣна 1 р. 85 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ.** Опытъ дѣленія Сибири на ботанико-географическія провинціи. Съ 4-мя картами. Цѣна 30 к.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ.** Переходъ отъ тайнобрачныхъ къ явнобрачнымъ. Съ 88-ю рисунками въ текстѣ. Цѣна 75 коп. (Складъ изданія въ книжномъ магазинѣ I. Г. Крюгера. Юрьевъ Лифл. Рыцарская улица).
- Проф. Н. И. Кузнецовъ.** Къ вопросу о постановкѣ преподаванія естествознанія въ средне-учебныхъ заведеніяхъ Рижскаго Учебнаго Округа. Цѣна 35 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ, Н. А. Бушъ, А. В. Өоми́нь.** Flora caucasica critica. Выходитъ выпусками въ 5 печатн. листовъ. Цѣна выпуска 50 коп., съ пересылкой 65 коп. за выпускъ. Въ годъ выходитъ до 4 выпусковъ. Всего нынѣ вышло изъ печати 42 вып.
- А. И. Мальцевъ.** Шесть естественно-историческихъ экскурсій въ окрестностяхъ г. Юрьева. Пособіе для ученическихъ и студенческихъ экскурсій. Съ 7-ю рисунками въ текстѣ. Цѣна 15 коп.
- ВѢСТНИКЪ РУССКОЙ ФЛОРЫ,** подъ редакціей проф. Н. И. Кузнецова. Изданіе имѣетъ цѣлю способствовать изученію флоры и растительности Россіи. Подписная цѣна въ годъ 3 рубля, черезъ книжные магазины 3 р. 50 коп.